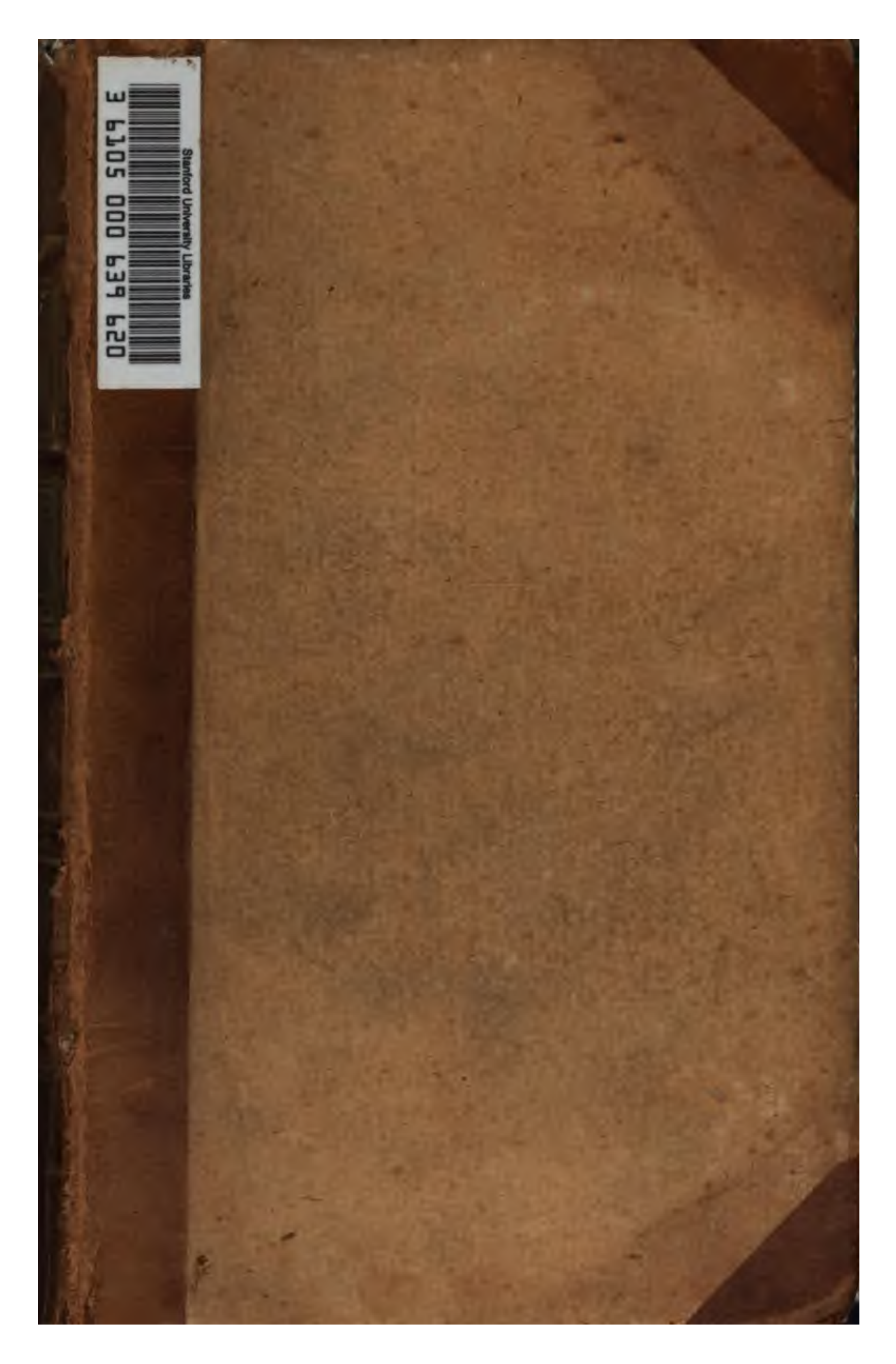



Stanford University Libraries
3 6105 000 639 620

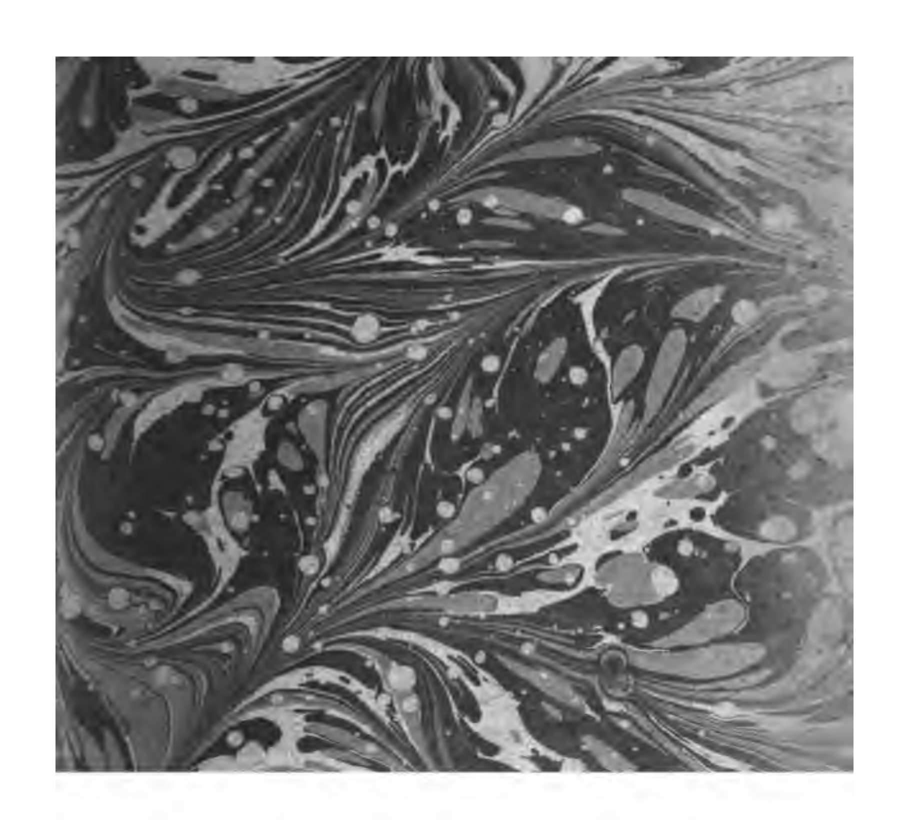




76 vols. [illegible] Index (1799 - [illegible]

#400.-

M 51.55





1642

ANNALEN
DER
PHYSIK.

ANGEFANGEN

VON

D. FRIEDR. ALBR. CARL GREN,

FORTGESETZT

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT

PROFESSOR ZU HALLE.

ERSTER BAND.

NEBST ACHT KUPFERTAFELN.

HALLE,
IN DER RENGERSCHEN BUCHHANDLUNG.
1799.

Seiner Excellenz

dem

Herrn

Eberh. Jul. Wilh. Ernst von Massow,

wirklichem geheimen Staats- und Justiz-Minister, und Chef des geistlichen Departements.

SEINER EXCELLENZ

DEM

HERRN

EBERH. JUL. WILH. ERNST

VON MASSOW,

WIRKLICHEM GEHEIMEN STAATS- UND JUSTIZ-
MINISTER, UND CHEF DES GEISTLICHEN
DEPARTEMENTS.

Hochgeborner Herr Staatsminister,
Gnädiger Herr!

Ew. Excellenz haben während der kurzen Zeit, dass unsre Universität das Glück hat, sich Hoch Dero Aufsicht und Fürsorge zu erfreuen, schon so vieles für das Wohl des Ganzen und zum Nutzen einzelner Wissenschaften gethan, dass jeder Lehrer derselben, und so auch ich, Ew. Excellenz als unmittelbaren Beschützer und Beförderer seiner Wissenschaft zu verehren verpflichtet, und Hoch Denenselben dafür öffentlich seinen Dank zu sagen berechtigt ist. Geruhen Ew. Excellenz die Jahrbücher einer Wissenschaft, mit deren Vortrag ich mich seit dem Tode Gren's beschäftige, als einen Beweis dieser meiner unterthänigsten Dankbarkeit und als ein Zeichen des Ernstes, womit ich der Naturkunde obliege, gnädigst anzunehmen. Gewiss werden Ew. Excellenz auch den physikalischen

Wissenschaften die Unterstützung ertheilen; die sie nach Maassgabe ihrer Nützlichkeit und des Aufwandes, der mit ihnen nothwendig verknüpft ist, verdienen; und auf welche Art das auch geschehen möge, immer werden Hoch Dieselben sich dadurch ein bleibendes Verdienst um die Verbreitung einer der gemeinnützigsten und cultivirendsten Wissenschaften erwerben.

Mit der tiefsten Ehrfurcht verharre ich

Ew. Excellenz

Halle, den 28sten Mai 1799.

unterthänigster
L. W. Gilbert.

Vorrede.

Zweck und Plan dieser Zeitschrift deutet der Titel hinreichend an, den der sel. Gren für sie gewählt hat. Sie ist zu Jahrbüchern der Physik bestimmt, soll, was in dieser Wissenschaft jetzt gethan wird, zur allgemeinern Kenntniss in unserm Vaterlande bringen, und zugleich zu einer Art von Niederlage für das Neue in der Naturkunde auch zum künftigen Gebrauche dienen.

Aus diesem Gesichtspunkte glaubte ich die Annalen betrachten zu müssen, als ich beim Tode Gren's die Herausgabe derselben übernahm; ihn werde ich auch fernerhin festhalten, und hoffe in Vereinigung mit den vortrefflichen Männern, die mir ihre Beihülfe als Mitarbeiter theils schon bewährt, theils noch haben hoffen lassen, im Stande zu seyn, diese Zeitschrift wirklich zu dem zu erheben, was ein Herausgeber derselben billig beabsichtigen muss.

Die reichste Quelle, aus der hierbei zu schöpfen ist, sind unstreitig die physikalischen Zeitschriften der Ausländer und die Arbeiten ihrer gelehrten Gesellschaften. Sie werde ich, wo möglich, vollständig benutzen, und alle physikalische Abhandlungen aus ihnen bald in Uebersetzungen, bald in Auszügen liefern. Dass vielleicht eine dieser Abhandlungen zugleich in irgend ei-

nem andern deutschen Journale übersetzt wird, kann kein Grund seyn, sie von den Annalen auszuschliessen, ohne den eigentlichen Zweck dieser Jahrbücher aus den Augen zu setzen, und Nachlesen hoffe ich nicht zu lassen. Aber das bloss Chemische, wofür es schon mehrere deutsche Journale giebt, bleibt von den Annalen ausgeschlossen, wogegen es zu wünschen wäre, dass die Herausgeber chemischer Zeitschriften den Annalen das bloss Physikalische überliessen. Mit Herrn Bergrath Scherer habe ich mich darüber in der That vereinigt, und verdanke ihm schon einige physikalische Abhandlungen, die er mir in Folge dieser Uebereinkunft zugestellt hat. — Einzelne kleine physikalische Schriften und Brochüren der Ausländer sind Aufsätzen in periodischen Blättern gleich zu achten, und sollen eben so benutzt werden. Grössere französische und englische Werke, die ohnedies durch Uebersetzung schnell bekannt werden, können in der Regel nicht mit in diesen Plan fallen, es sey denn, dass besondere Umstände einen Auszug, oder eine Uebersetzung einzelner Stellen, oder eine Beurtheilung derselben riethen. Physikalische Werke in Sprachen, aus denen wenig übersetzt wird, machen jedoch billig eine Ausnahme, und ich freue mich, dem Leser hier Auszüge aus den interessantesten physikalischen Schriften, die in Schweden erscheinen, besonders aus den unübersetzten Theilen der Schriften schwedischer Akademien, welche mir ein Paar thätige Physiker zugesagt haben, versprechen zu dürfen.

Dass die Annalen an Arbeiten und Verhandlungen deutscher Physiker nicht arm bleiben werden, das be-

weisen mir die interessanten Aufsätze, die ich von mehrern unsrer vorzüglichsten Physiker schon erhalten habe, und die in den nächsten Stücken neben Cavendish's Versuchen über die Dichtigkeit der Erde, mit so bewundernswürdiger Genauigkeit und mit so vielem Scharfsinne sie auch angestellt sind, neben Huddart's Untersuchungen über die Gebilde durch irdische Strahlenbrechung, Venturi's hydrodynamischen Versuchen u. s. f., ihre Stelle mit Ehre behaupten werden.

Analogie zwischen den behandelten Materien soll die Auswahl der Aufsätze für jedes Stück mehr bestimmen, als das Verlangen, Novitäten zu liefern. Nichts scheint mir mit wahrer Wissenschaft weniger vereinbar zu seyn, als die einreissende Sucht nach blossen Novitäten und das Haschen nach allem Neuen, mit dem man sich statt eines gründlichen Studiums begnügt. Mir ist es um wahre Wissenschaft, um deren Verbreitung und Beförderung zu thun, und jener Sucht werde ich so wenig als möglich fröhnen.

Der Herausgeber.

Verbesserung. S. 144 lese man statt Fig. 6, Fig. 4, und so bei den folgenden Figuren auf Taf. VII.

INHALT.

Erften Bandes erftes Stück.

Erften Bandes zweites Stück.

Ersten Bandes drittes Stück.

Ersten Bandes viertes Stück.

VORREDE.

Das Publicum erhält diese Zeitschrift leider nicht mehr aus den Händen des Mannes, welcher ihre Herausgabe übernommen hatte, und dessen Name auf dem Titelblatte steht. Am 26sten November dieses Jahres endigte Gren seine ruhmvolle irdische Laufbahn, indem sein längst zerrütteter Körper, seit dem 17ten desselben Monats von einem heftigen Fieber überfallen, diesem durch Krämpfe und Blutauswürfe verstärkten Angriffe nicht länger zu widerstehen vermochte. Eine ausführliche Nachricht von den vielen physischen Uebeln, welche der Verstorbene erlitt, wird in seiner Biographie die rechte Stelle finden, deren Herausgabe ich mir an einem andern Orte vorbehalte.

Gren starb für die Wissenschaften zu früh, — dies ist das allgemeine Urtheil der gelehrten Welt: aber er starb auch für seine Familie zu früh, — dies darf man mir glauben, da ich mit ihm verschwistert war, und gleich nach seinem Tode auf einige Zeit hierher eilte, um die Angelegenheiten der hinterbliebenen Familie in Ordnung zu bringen.

Die größere Hälfte dieses Heftes der Annalen fand ich bei meiner Ankunft schon abgedruckt, und in des Verstorbenen Papieren den Theil des Manuscripts eigenhändig bezeichnet, welcher noch für das erste Heft bestimmt war. Hiernach habe ich den

weitern Abdruck desselben anordnen zu müssen geglaubt.

Da mit Grens Tode das Bedürfniss einer solchen Zeitschrift Behufs der Physik nicht aufhört; so hat die Verlagshandlung die Fortsetzung derselben beschlossen, und dem sonst schon rühmlichst bekannten Herrn Professor Gilbert übertragen. Sie wird durch diesen Tod um so weniger unterbrochen werden dürfen, da sich in den Papieren des Verstorbenen noch Materialien für mehrere Hefte vorgefunden haben, welche dem Herrn Professor Gilbert schon von mir überliefert worden sind. Unter andern erhält das Publicum im folgenden Hefte ein sehr interessantes Fragment zur Geschichte der Physik, welches noch aus Grens Feder geflossen.

Die Korrespondenten des Verstorbenen werden nun hierdurch recht sehr ersucht, dieses Journal auch durch Ihre gütigen Beiträge unter den bisherigen Bedingungen zu unterstützen, und solche an den Herrn Professor Gilbert oder an die Verlagshandlung einzusenden. Denen, welchen Berlin näher gelegen ist als Halle, steht es auch frei, ihre Beiträge an mich zu übermachen, und ich werde mich, zu Begünstigung dieses wissenschaftlichen Instituts, willig der Weiterbeförderung derselben unterziehen. Halle den 13ten Dec. 1798.

KARSTEN,
Königl. - Pr. Oberbergrath.

ANNA-

ANNALEN DER PHYSIK.

I.

BEMERKUNGEN
über das hydrostatische Cylindergebläse des Herrn D. Baader,

von

M. A. F. Lüdicke,

Lehrer der Mathematik an der churfürstl. Landschule in Meissen.

Da das hydrostatische Cylindergebläse des Herrn D. Baader mir bei meinen physikalischen und mechanischen Arbeiten sehr grossen Vortheil gewährt: so wiederhole ich hier die Beschreibung dieses sehr nutzbaren Instruments; theils, um es, wie selbiges es wirklich verdient, bekannter zu machen, theils, um einige Zusätze zu bemerken, die ich zu Vermehrung der Nutzbarkeit desselben und zu meiner Bequemlichkeit beigefügt habe.

Die ganze Einrichtung dieses Gebläses ist *Tab. II. Fig.* 4. in dem zehnten Theile der wahren Grösse vorgestellt. *ab* stellt die längste Seite oder

vielmehr den verticalen Durchschnitt eines Tischblattes vor, welches 1 Dresd. Elle lang, 18 Zoll breit und 1 Zoll dick ist. Das Gestelle dieses Tisches ist hier des Raumes wegen weggelassen worden; es ist übrigens ein ganz gewöhnliches Tischgestelle, dessen Höhe so eingerichtet worden, dass man vor dem Tische sitzen und vor der Löth- oder Glaslampe bequem arbeiten kann. Die Linien *dvfg* stellen den Durchschnitt eines Cylinders von weissem Bleche vor, dessen Durchmesser 9½ Zoll, und dessen Höhe 26¾ Zoll beträgt. Er ist oben offen, unten mit einem Boden versehen, und steht vermittelst drey starker Blechfüsse so auf dem Tischblatte, dass dessen Achse oder der Mittelpunct des Bodens sich über dem dritten Theile der Länge des Tischblattes befindet. Durch den Mittelpunct des Bodens geht eine blecherne, ungefähr ¾ Zoll weite Röhre vertical so weit in die Höhe, dass deren obere Kante mit dem obern Rande des Cylinders in einer Ebene liegt. Mit dieser Röhre ist unten eine horizontale Röhre verbunden, welche unterhalb des Bodens angelöthet ist und ausser dem Cylinder bey *cd* um 5 bis 6 Zoll vorsteht. Diese Röhre führt einen luftdichten Hahn und hat bei *c* eine sanft-conische Mündung, in welche das umwickelte Ende eines krumm gebogenen Löthrohrs festge-

steckt und nach Erforderniss herumgedreht werden kann. Bei b' befindet sich ein Hahn an den Boden angelöthet, dessen Oeffnung durch den Boden geht, und dessen Mündung über den vordern Rand des Tischblattes ein wenig hervorragt. Der Boden des Cylinders muss mit erhabenen oder halbrunden Blechleisten unterhalb sehr gut versehen und gesteift seyn, damit der ansehnliche Druck des in dem Cylinder befindlichen Wassers den Boden nicht ungleich und uneben oder schief drücken und die Röhre *no* aus ihrer verticalen Lage oder ihre obere Mündung aus der Mitte des Cylinders verrücken könne. In dieser Absicht kann man auch diese Röhre innerhalb durch blecherne Strebebänder mit dem Boden verbinden. Ich habe jedoch dieses nicht nöthig gehabt, da der Boden hinlänglich gesteift war. In der Mitte seiner Höhe ist dieser Cylinder, da, wo die Blechtafeln zusammengesetzt sind, mit einem 1½ Zoll breiten, etwas erhaben getriebenen Ringe der Festigkeit wegen umlegt. Oben bei *e* ist an den Cylinder eine Schnauze angelöthet, welche die Stelle eines Trichters vertritt, um durch dieselbe das Wasser in den Cylinder bequem giessen zu können.

Der Cylinder *iklm* hält im Durchmesser nur 9 Zoll, und ist also um ½ Zoll kleiner als der vor-

hergehende, damit sich derselbe in dem erstern sanft herauf- und herunterbewegen läſst. Er ist nur so hoch, daſs dessen oberer Rand *kl* mit dem Rande *vf* des äuſsern Cylinders in einer Ebene liegt, wenn derselbe ganz herunter gelassen wird. Die Decke dieses Cylinders, welche ebenfalls mit Blechleisten gesteift ist, liegt um 2 Zoll tiefer als der obere Rand, und trägt in ihrer Mitte die Röhre *p*, welche 1 bis 1¼ Zoll weit und 2¼ Zoll hoch ist. Sie dient, um den obern Theil der Röhre *no* aufzunehmen, wenn der Cylinder ganz heruntergelassen wird. Auf diese Röhre ist ein luftdichter Hahn gelöthet, welcher mit einer sanft-conischen Röhre von derselben Weite, als bei *c*, verbunden ist, damit die umwundenen Röhre oder Mundstücke der Blasen und Ballons darin befestigt werden können. Unten bei *im* ist dieser Cylinder offen und führt innerhalb drei blecherne Taschen, welche von einander gleich weit entfernt sind, und wovon jede ein Gewicht von einem Pfunde enthält.

Dieser doppelte Cylinder ist durchgängig innerhalb und auſserhalb, um das Rosten an unüberzinnten Stellen zu verhüten, mit einer Firniſsfarbe angestrichen und steht zwischen zwei in das Tischblatt eingezapften Säulen. Die vordere Säule ist mit punctirten Linien bei *qr*, und de-

ten Zapfen, welcher verriegelt ist, bei *q* angegeben. Diese Säulen sind 2 Ellen 8 Zoll hoch und 2 Zoll in das Gevierte stark, und jede derselben trägt eine 12 Zoll lange Leiste *rs* mit einem Strebebande. Beide Leisten sind bei *s* zusammengefügt, und jede führt zwei Rollen, welche zum Schnürenlaufe dienen. Zwei an den obern Rand des kleinern Cylinders befestigte Schnüre gehen über diese Rollen und vereinigen sich bei *t*, um die hinlänglich tiefe Wageschale zu tragen, in welche das Gewicht zum Aufziehen gelegt wird. Wenn man 9 Pfund in die Wageschale legt, so steht es mit dem Cylinder im Gleichgewichte, 11 bis 12 Pfund dienen zum Aufziehen desselben.

Um dieses Instrument zum Gebrauche einzurichten, läſst man den innern Cylinder ganz herunter, verschlieſst den Hahn *h*, öffnet den Hahn bei *p*, und gieſst durch die Schnauze bei *e* in den Cylinder so viel Wasser, daſs dessen Oberfläche um 2 Zoll tiefer steht als der obere Rand des äuſsern Cylinders, oder daſs sie an die Decke des heruntergelassenen innern Cylinders trifft. Hierauf wird der innere Cylinder aufgezogen, und der Hahn bei *p* sowohl als bei *c* verschlossen. Das Löthrohr wird in die Oeffnung bei *c* gesteckt, die Lampe vorgerichtet, das Gewicht bis auf 1 oder 2 Pfund aus der Wageschale herausge-

nommen, und der Hahn bei *c* geöffnet; so hat man einen hinlänglich starken Luftstrahl, der vom Anfange bis zu Ende gleiche Stärke behält, und in dieser Rücksicht dem von einem guten Blasebalge mit dem Wiederbläser hervorgebrachten Luftstrahle weit vorzuziehen ist, wenn man auch der Unbequemlichkeit nicht gedenken wollte, welche das Treten oder Ziehen eines Blasebalgs verursacht. Das in dem Cylinder enthaltene Wasser kann durch den Hahn *b* abgelassen werden, wenn man das Instrument nicht mehr braucht.

Bei meinen Arbeiten habe ich bisher keinen stärkern Wind nöthig gehabt, als wenn ich das Gewicht so einrichtete, daſs noch 2 Pfund Gewicht in der Wageschale liegen blieben. Rechnet man nun 1 Pfund auf die Friction, so würde hier die Luft mit einem Gewichte von 6 Pfund zusammengedrückt worden seyn. Glaubte man jedoch einen viel stärkern Luftstrahl nöthig zu haben, der von mehr als 9 Pfund bewirkt würde: so dürfte man zwar nur mehr Gewicht in die Taschen bei *im* legen, man würde aber auch die Decke des innern Cylinders 3 bis 4 Zoll unter dem obern Rande anbringen müssen, weil auſserdem der viel gröſsere Druck das Wasser zwischen dem innern und äuſsern Cylinder über 2 Zoll erheben und zum Ueberlaufen bringen würde.

Bei meinem gewöhnlichen Löthrohre geht dieses Gebläse beinahe eine halbe Stunde ununterbrochen fort. Wollte man aber ein Gebläse haben, welches eine Stunde fortdauerte; so würde man nicht wohl thun, wenn man die Cylinder noch einmahl so hoch und also unbequem machen wollte, da bei dieser Einrichtung eine Stube von mehr als sechs Ellen Höhe erfordert werden würde. Man dürfte hingegen nur dem Durchmesser des innern Cylinders, welcher hier 9 Zoll hält, 13 Zoll geben; so würde ein solches Gebläse bei der angegebenen Höhe und Stärke des Windes über eine Stunde fortblasen.

Der Nutzen, welchen dieses Gebläse bei dem Schmelzen vor der Lampe und dem Glasblasen gewährt, ist nicht der einzige, sondern es ist auch zu vielen chemischen und physikalischen Versuchen, so wie es hier eingerichtet ist, sehr brauchbar.

1. Kann man durch dessen Hülfe mit jeder Gasart, die sich im Wasser auffangen läßt, sehr bequem Schmelzversuche anstellen. Sobald nämlich der innere Cylinder heruntergelassen worden und die Oberfläche des Wassers die Decke desselben erreicht, so ist nur noch der kleine Raum in der kurzen Röhre *p* und in dem Leitrohre *cno* mit gemeiner Luft angefüllt. Wenn

man daher in die obere Oeffnung der Röhre *p* die umwundene Mündung des Rohrs einer Blase voll Gas steckt, so wird das in der Blase enthaltene Gas bei dem Aufziehen in den Cylinder treten und der Cylinder mit der erwählten Gasart angefüllt werden. Um aber auch die in den Röhren enthaltene gemeine Luft so viel als möglich wegzuschaffen, darf man nach aufgesetzter Blase den Cylinder anfänglich nur ein wenig aufziehen, den Hahn bei *p* hierauf verschliessen, den Hahn bei *c* aber öffnen und die in dem Cylinder enthaltene, mit gemeiner Luft gemischte Gasart herausblasen, dieses Verfahren aber ein- oder zweimahl wiederholen. Jedoch hat man auch hier die eigenthümliche Schwere der Gasart mit in Betrachtung zu ziehen. So würde dieses Verfahren bei dem Sauerstoffgas, bei dem Wasserstoffgas, so wie auch bei dem Stickgas und Salpetergas, brauchbar seyn.

2. Kann man jede Gasart, die sich mit Wasser auffangen läſst, vermittelst dieses Instruments aufsammeln. Nachdem man den Cylinder heruntergelassen hat, verschlieſst man den Hahn bei *p* und legt in die Wageschale 10 bis 11 Pfund, oder so viel Gewicht, daſs der Cylinder bei geöffnetem Hahne sehr langsam in die Höhe gehen würde, welcher aber jetzt bei verschlossenem Hahne

durch den Druck der äussern Luft daran verhindert wird. Wenn man nun durch die Mündung bei *c* die verlangte Gasart, nachdem der Hahn bei *c* geöffnet worden, gehen läſst, ſo wird der Cylinder in die Höhe gehen und ſich mit dieſer Gasart anfüllen.

3. Laſſen ſich auch Blaſen und Ballons vermittelſt dieſes Inſtruments ſehr bequem füllen. Wenn das Inſtrument mit der verlangten Luftart gefüllt und der Hahn bei *c* verſchloſſen iſt, ſteckt man das Rohr der Blaſe oder des Ballons in die Oeffnung der Röhre *p*, und öffnet dieſen Hahn; ſo wird der Cylinder heruntergehen, und die in dem Cylinder befindliche Gasart wird die vorher zuſammengedrückte Blaſe anfüllen.

II.

BEMERKUNGEN
über die sehr beträchtlich hohen und grossen Feuerkugeln,

von

M. A. F. Lüdicke.

Bergman, in seiner physikalischen Beschreibung der Erdkugel, und einige Naturforscher mit ihm, nehmen drei Gattungen von Feuerkugeln an: 1. niedrige, welche man aus brennbaren und andern Materien erklärt, die sich in der Luft vereinigt und entzündet haben; 2. eine andere Gattung niedriger Feuerkugeln, welche zuweilen bei Donnerwettern entstehen und dem Blitze ähnlich zu seyn scheinen; und endlich 3. sehr beträchtlich hohe und grosse Feuerkugeln. Die beiden ersten Gattungen, welche bei Erklärung ihres Ursprunges weniger Schwierigkeiten verursachen, will ich hier übergehen; nur die sehr beträchtlich hohen und grossen Feuerkugeln verdienen eine nähere Untersuchung.

Kirch [a]) sah zu Leipzig 1686 eine Feuerkugel, deren Durchmesser dem Halbmesser des

a) Ephem. natur. curios., an. 1686.

Monds fast gleich war, und bei deren Lichte man lesen konnte. Sie soll, wie Musschenbroeck b) angiebt, 6 Deutsche Meilen hoch gefunden, und ihr Durchmesser soll 335 Schuh betragen haben. Balbi c) beobachtete zu Bologna 1719 eine Feuerkugel, deren Höhe man auf 16 bis 20000 Schritt (4 bis 5 Deutsche Meilen), und deren Durchmesser man auf 3560 Schuh (2385 Dresdner Ellen) schätzte. Der in Italien 1676 beobachteten Feuerkugel giebt Kavina d) eine Höhe von 90 Italiänischen (22½ Deutschen) Meilen, und zum Durchmesser giebt er ihr eine Italiänische Meile (3280 Dresdner Ellen). I. Pringle e) findet die Höhe der in England 1758 erschienenen Feuerkugel zu Cambridge 95, und über Derbyshire ungefähr 72 Englische (ungefähr 23 und 18 Deutsche) Meilen, und ihren Durchmesser zwischen ½ bis 1½ Englischen Meile (1640 bis 3800 Dresdner Ellen). Von der in Halle 1762 erschienenen Feuerkugel sagt Silberschlag: f) ihre

b) Institut. phys., §. 1646.

c) Comment. Bonon., T. I, p. 286.

d) Ephem. Acad. nat. curiosor., Dec. I, an. 8., Append., p. 197.

e) Philos. Transact., Vol. 51. Wittenberg. Wochenblatt, Band 5, S. 351.

f) In seiner Abhandlung von dieser Begebenheit.

Höhe sey bei ihrer ersten Entstehung auf 19 Meilen über die Oberfläche der Erde und ihr Durchmesser auf 3036 Pariser Fuss zu setzen. Die Höhe der bei Paris 1771 zersprungenen Feuerkugel schätzt le Roy, g) als man sie wahrnahm, über 41076 Toisen (über 10 Deutsche Meilen), und ihren Durchmesser über 500 Toisen (über 1700 Dresdner Ellen).

Diese Feuerkugeln haben wegen ihrer ungeheuern Grösse und Höhe so viel Auffallendes und Unbegreifliches, dass man, um sich deren Entstehung nur einigermassen als möglich zu denken, entweder mit Halley zu einer in dem grossen Weltraume zerstreueten und von der Erde angezogenen Materie, oder mit Hartsoeker zu den Kometen, oder mit Bergman zu einer gröbern Materie des Zodiakallichtes seine Zuflucht nehmen muss. Es heisst daher sehr wahr in dem Gehlerschen physikalischen Wörterbuche: h) „Alle Naturforscher gestehen einmüthig, dass die Ursache und Entstehungsart der Feuerkugeln von so ungeheuern Grössen und in so beträchtlichen Höhen äusserst schwer zu begreifen sey."

g) Mémoires de l'acad. des Sciences, an. 1771.

h) Theil II, S. 236.

Da es nun vorzüglich in dergleichen Fällen, wo die Erklärung sehr schwer oder fast unmöglich wird, höchst nöthig ist, dass man sich zuvörderst von der Richtigkeit der Beobachtungen vollkommen überzeuge; so will ich mich bemühen, die Frage zu beantworten:

Sind denn wohl diese angestellten Beobachtungen und die daraus gezogenen Schlüsse so richtig und wahr, dass man an dergleichen beträchtlichen Höhen und Grössen zu zweifeln keine Ursache hat?

Wenn man die Höhe eines ruhenden Körpers messen will; so muss man an zwei verschiedenen Orten, deren Entfernung bekannt ist, die Winkel messen, welche die Gesichtslinien mit dem Horizonte einschliessen: wenn aber die Höhe eines sich bewegenden Körpers gemessen werden soll; so muss die Beobachtung der Winkel entweder vollkommen zu gleicher Zeit geschehen, oder man muss die Länge und Richtung des Weges bestimmen können, den der Körper während des Unterschiedes in der Zeit durchlaufen hat. Da nun desto mehr Genauigkeit in den Winkeln und in der Zeit erfordert wird, je höher der Körper und je grösser seine Geschwindigkeit ist: so setzen die Astronomen ihre Werkzeuge vorher in vollkommenen Stand, damit sie den Augenblick nicht

versäumen, in welchem sie ihre Beobachtungen anzustellen haben; und dies kann um so leichter geschehen, da sie die Himmelsbegebenheiten grösstentheils viele Jahre vorher wissen. Allein wie kann man bei einer so unerwarteten Lufterscheinung, wie die Feuerkugeln sind, an eine Vorbereitung denken? Man hat keinen Winkelmesser bei der Hand; die Zeit der Beobachtung an den verschiedenen Orten ist nicht nach richtig gehenden Pendeluhren bestimmt worden, sondern man weiss nur, dass ein Beobachter an dem einen Orte beinahe in eben derselben Viertel- oder halben Stunde, als der andere an dem andern Orte, die Winkel gefunden oder vielmehr geschätzt habe; man weiss den Weg nicht welchen der sehr geschwind laufende Körper während der vernachlässigten Minuten, deren Anzahl ebenfalls nicht bekannt ist, gemacht habe; man scheint, der grossen Geschwindigkeit die er Kugeln ungeachtet, vergessen zu wollen, dass bei dergleichen Beobachtungen auf eine Minute Zeit sehr viel ankomme; und dennoch zieht man aus diesen Schätzungsmethoden Folgerungen, denen man zum Theil das Ansehen von mathematischen Berechnungen giebt. Diese und ähnliche Bemerkungen scheinen mir alle folgende Beobachtungen zu bestätigen, welche ich kürzlich durchgehen will.

Musschenbroeck sagt a. a. O. von der 1686 zu Leipzig erschienenen Feuerkugel: „sie sey auch zu Schleiz gesehen worden, welcher Ort 11 Deutsche Meilen von Leipzig entfernt sey. Daraus könne man schliessen, dass diese Kugel wenigstens eine Höhe von 6 unsrer Meilen gehabt habe: wenn man die Länge der Meile zu 24000 Fuss setze, so betrage der Durchmesser dieser Kugel 335 Fuss; so wie sie andere bestimmen, würde er noch einmahl so gross seyn."

Hier werden weder Zeit noch Winkel angegeben, und die Rechnung gründet sich bloss darauf, dass die Kugel an zwei Orten, welche eilf Meilen von einander entfernt sind, gesehen worden ist, da doch schon der Mangel an einer genauen Bestimmung der Zeit hinreichend ist, die ganze Angabe der Höhe und Grösse eines bewegten Körpers ungewiss und unnütz zu machen. Die Feuerkugeln laufen sehr geschwind, wie aus allen den Fällen erhellet, wo deren Geschwindigkeit angegeben wird. Die in Bologna gesehene Feuerkugel soll in einer Secunde 1000 Schritt, die in England bemerkte in einer Secunde 30 Englische oder $\frac{1}{12}$ Deutsche Meile, und die bei Paris erschienene in einer Secunde 6 bis 8 Stunden Weges durchlaufen haben. Sollte nun auch diese Kugel eine viel kleinere Geschwindigkeit gehabt

und in einer Secunde etwa ¼ Deutſche Meile durchlaufen haben, ſo würde ſie den ganzen Weg von 11 Meilen in 44 Secunden vollendet haben; in einer Zeit, deren Vernachläſſigung man nicht hat bemerken können, da man nicht einmahl auf Viertelſtunden, noch weniger alſo auf Minuten Rückſicht genommen hat. Aus dieſer mangelhaften Angabe läſst ſich daher von der Höhe und Gröſse der Kugel gar nichts ſagen.

Die Nachricht, welche Balbi der Akademie zu Bologna von der daſelbſt 1719 erſchienenen Feuerkugel gegeben hat, befindet ſich ſehr ausführlich a. a. O.; ſeine Rechnungen hat man aber, wie es ſcheint, wohl überlegt übergangen. Aus dieſer Nachricht will ich Alles, was zur Beſtimmung der Höhe und Gröſse dienen kann, hier anführen: „Den 22ſten Februar 1719 erſchien beinahe um 2 Uhr in der Nacht zwiſchen Morgen und Mitternacht eine Feuerkugel, welche einen langen Schweif hatte. Ihr ſcheinbarer Durchmeſſer konnte dem des vollen Mondes gleich geſchätzt werden. Nach Briefen guter Freunde war dieſe Kugel erſt über Venedig, und nachher faſt durch den Scheitel von Vicenza gegangen, an welchem Orte ſie einen ſtarken Schwefelgeruch verbreitet habe. Balbi fragte alle Perſonen, welche ſagten, daſs ſie dieſe Kugel geſehen

sehen hätten, mit vieler Mühe und Sorgfalt aus, und liess sich an den Orten, wo sie die Kugel gesehen hatten, den Stand und Lauf derselben mit dem Finger anzeigen. Auf diese Art sammelte er verschiedene Höhen in den Verticalkreisen, durch welche die Kugel ihren Lauf genommen hatte: und da er ausserdem aus nicht unsichern Beobachtungen erfuhr, dass die Kugel zu der Zeit, als sie in dem Verticalkreise von Vicenza war, zu Bologna ungefähr die Höhe von 17 Grad gehabt habe; so erhielt er erstens die Parallaxe der Kugel, da sie sich in dem Scheitel von Vicenza befand, und hieraus folgerte er ihre Entfernung von der Erde und ihre Grösse. Die Entfernung der Kugel von der Erde schien ihm weder über 20000 noch unter 16000 Schritten zu seyn, als sie sich über Vicenza befand. Da diese Kugel 68000 Schritte von Bologna entfernt und ihr scheinbarer Durchmesser in dieser Entfernung dem scheinbaren Durchmesser des Mondes, der ungefähr ½ Grad beträgt, gleich gewesen sey; so folge, dass ihr wahrer Durchmesser 3560 Fuss gehalten habe. Aus der sehr grossen Bahn aber, die sie am Himmel in einer Minute beschrieben habe, sey leicht zu schliessen, dass sie in jeder Secunde einen Weg von 1000 Schritt und 1530 Fuss gemacht habe; da jedoch ihre Richtung vielleicht

diesen Umständen konnte daher sehr leicht ein Fehler von einer Viertel- oder sogar halben Stunde, wenn man den verschiedenen Gang der Thurm- und Taschenuhren zugleich in Betrachtung zieht, vorfallen.

Ueber die Berechnung des Kavina der in Italien 1676 erschienenen Feuerkugel hat schon Dr. Eberhard i) sehr gegründete Zweifel beigebracht, die ich hier kurz berühren will. Er führt die trigonometrische Berechnung an, vermittelst welcher Kavina aus den Höhen von 70° und 35° zu Florenz und Venedig, und aus dem Unterschiede der Breite dieser beiden Oerter von 1° 52′ die Höhe der Kugel zu 121000 Schritt, deren 3690000 auf den Erdradius gehen, berechnet hat, und macht folgende Bemerkungen: „Es werde dabei zum Grunde gelegt, daſs man beide Höhen zu gleicher Zeit genommen habe; dieses sey aber falsch. Wer da wisse, wie genau ein Mathematicus bei Bestimmung der Höhen und der Zeit am Himmel verfahren müsse, um die Data der trigonometrischen Rechnung recht anzugeben, der begreife leicht, daſs alle diese Accuratesse bei einer so plötzlich entstehenden Erscheinung nicht angewendet werden könne,

i) Vermischte Abhandlungen aus der Naturlehre, Th. II, S. 170.

und die ganze Rechnung daher vergeblich sey. Die Feuerkugel, die sich sehr schnell bewege, könne an mehrern Orten ihres schiefen Fortrückens wegen gesehen werden, als es sonst ihrer Höhe nach würde möglich gewesen seyn, wenn sie etwa still gestanden oder senkrecht gefallen wäre. Ueber dieses sey die beobachtete Höhe der Feuerkugel zu Venedig gar zu schlecht und unbestimmt. Ein Unbekannter gebe die zu Venedig gesehene Erscheinung so an. Es sey das Phänomenon an dem Orte des Horizonts entstanden, wo damals im März die Sonne aufgehe, und habe fast eben den Weg genommen, den die Sonne zu nehmen pflege. Daraus schliesse Kavina, die gröste Höhe der Feuerkugel müsse der Mittagshöhe der Sonne gleich gewesen seyn. Diese aber betrage zu Venedig 49° 30′, wofür er aber nur 35° annehmen wolle. Welch eine unbestimmte Observation!" ruft D. Eberhard aus. „Wie wäre man im Stande, daraus etwas mit Gewisheit zu schliessen? Ein Unterschied von etlichen Graden in der beobachteten Höhe mache einen Unterschied von etlichen 1000 Schritten in der wahren Höhe der Kugel." Hierauf führt er unter andern noch den wahrscheinlichen Grund gegen die angebliche Grösse dieser Kugeln an: „Man habe sehr viele Beispiele solcher Kugeln, die

auf die Erde gefallen wären; man hat aber kein Beiſpiel, daſs eine Kugel von 100 oder mehr Ruthen im Durchmeſſer auf die Erde gefallen ſey, wie doch dieſes einmahl bei der groſsen Menge der ſeit 200 Jahren geſehenen Feuerkugeln müſſe geſchehen ſeyn, wenn ſie wirklich ſo groſs wären."

Ich bemerke nur noch hierbei, daſs dieſe Kugel, vermöge der groſsen Geſchwindigkeit, welche man bei den Feuerkugeln beobachtet hat, den Weg von Florenz bis Venedig in einigen Minuten gemacht haben könne. Da nun bei dieſer Art der Beobachtung 8 bis 10 Minuten gar nicht zu bemerken ſind; ſo kann man für dieſe Kugel eine jede Höhe annehmen. Sie kann ſich in einer Höhe von ½ oder ¼ Meile fortbewegt haben, und dennoch unter den angegebenen Winkeln an beiden Orten ſichtbar geweſen ſeyn.

Die Beobachtungen, welche J. Pringle zu Beſtimmung der Höhe und Gröſse der in England 1758 erſchienenen Feuerkugel angiebt, ſind nicht ſicherer, als die vorhergehenden. Ich will ſie hier nicht wiederholen, da ſie in dem 5ten Bande des Wittenberg. Wochenblatts, S. 351, hinlänglich ausführlich enthalten ſind. Er ſammelt Nachrichten und Beobachtungen anderer Perſonen, ſchätzt die Winkel und vernachläſſigt

Beobachtung der Zeit bei einer Kugel, für welche er eine solche Geschwindigkeit annimmt, daß sie 30 Meilen in einer Secunde habe durchlaufen können. Wollte man die von ihm angegebene Höhe von 72 Meilen bis auf ½ Meile herabsetzen; so würde diese Kugel in einer Secunde etwa ½ Meile zurückgelegt haben, und man würde nur eine Minute haben vernachlässigen dürfen, um sie an zwei Orten, welche 15 Meilen von einander entfernt sind, zu gleicher Zeit, diese vernachlässigte Minute ausgenommen, sehen zu können. Es sind daher diese Schlüsse eben so unsicher als die vorhergehenden.

Der Silberschlagischen Bestimmung der Höhe der bei Halle erschienenen Feuerkugel mangelt ebenfalls die genaue Beobachtung der Winkel und der Zeit. Man kann daher mit dem Herrn Dr. Eberhard, a. a. O., eben dieselben Bemerkungen machen, welche bei der Berechnung des Kavina angeführt worden sind.

Die Beobachtungen der bei Paris 1771 zersprungenen Feuerkugel haben etwas mehr Genauigkeit; ich halte es daher für nöthig, aus der Abhandlung des Herrn le Roy dasjenige auszuziehen, was auf die muthmaßliche Bestimmung der Höhe dieser Kugel einigen Einfluß haben kann.

„Den 17ten Julius 1771 Abends um halb 11 Uhr erſchien plötzlich eine groſse Feuerkugel. Nachdem dieſe Kugel einen Theil des Himmels in der äuſserſten Geſchwindigkeit in einer gegen die Erde ſehr geneigten Richtung durchlaufen war, ſchien ihre Bewegung langſamer zu werden. Als die Kugel gleichſam ſtillſtehend geworden war, nahm ſie eine etwas längliche Geſtalt, wie die einer Birne, an, und in ihrer Mitte ſah man Aufwallungen, die mit einer rauchenden Materie verbunden waren, und nachdem ſie ſich in ihrer Bewegung gleichſam erſchöpft hatte, zerplatzte ſie und ſtreuete eine groſse Menge leuchtender Theile, wie bei dem künſtlichen Brillantfeuer, umher. Viele Perſonen bildeten ſich ein, daſs dieſe leuchtenden Theile auf die Erde gefallen wären. Dieſe Lufterſcheinung dauerte zu Paris nicht länger als 4 Secunden; ich ſage: zu Paris, weil man, wie ich gewiſs weiſs, ihren Anfang in dieſer Stadt nicht bemerkt hat. Die Kugel hatte in dem Augenblicke des Zerplatzens beinahe die Höhe von 45 Graden, und ſchien 12 bis 15 Zoll im Durchmeſſer zu halten, welcher aber einigen Beobachtern in der Gegend von Corbeil und Melün gröſser zu ſeyn ſchien. Ungefähr 2 Minuten nach dem Zerplatzen bemerkte man ein Getöſe, welches Einige mit einem ent-

fernten Donnerschlage, Andere mit dem Rollen eines auf dem Pflaster schnell fahrenden Wagens, und noch Andere mit dem Einstürzen eines Gebäudes verglichen. In der Gegend um Melün schien dieser Schall am stärksten zu seyn. Nachdem ich diese Lufterscheinung beschrieben habe, muſs ich noch die merkwürdigsten Umstände bei ihrer Erscheinung untersuchen. Ich muſs aber bekennen, daſs es, aller Mühe ungeachtet, die ich mir gegeben habe, um genaue, und solche Beobachtungen zu sammeln, die mir diese verschiedenen Umstände hätten aufhellen können, mir nicht geglückt ist, davon so bestimmt reden zu können, als ich wünschte. Das Erstaunen und der Schreck, welche diese Art Lufterscheinungen verursachen; die reiſsende Geschwindigkeit ihrer Bewegung, vermöge welcher sie fast in demselben Augenblicke entstehen und verschwinden: alles dieses vermindert die Anzahl solcher Beobachter, welche fähig sind, von ihrer Erscheinung genaue Rechenschaft abzulegen. Die Beobachtungen, welche den Ort ihres Zerspringens genau anzeigen könnten, weichen so sehr von einander ab, daſs ich eine genauere Bestimmung anzugeben nicht im Stande bin, als daſs die Entfernung nicht viel über 9 bis 10 Meilen betrage, wenn man die Gegenden in Betrachtung zieht,

wo das Getöse, welches auf das Zerspringen folgte, zu hören war. Jedoch scheint es eine leichte Rechnung ausser allen Zweifel zu setzen, dass sie bei ihrer ersten Erscheinung eine Höhe von mehr als 41076 Toisen oder 18 Meilen gehabt, und dass sie sich in dem Augenblicke des Zerspringens über 20598 Toisen oder 9 Meilen über dem Horizonte befunden habe: eine Höhe, welche sehr gut mit der Höhe übereinkommt, welche der Unterschied von 2 Minuten giebt, den man zwischen dem Zerspringen und der Erschütterung bemerkt hat."

In einer Note zu den Worten: 9 Meilen, wird bemerkt: „Da die Kugel nach neuern Beobachtungen nur in der Entfernung von 8 Meilen von Paris zersprungen sey, so folge, dass diese Höhe zu gross, und dass sie nicht grösser als ungefähr 18300 Toisen anzunehmen sey."

Nachdem nun Herr le Roy auch hier über die grosse Verschiedenheit der Beobachter in der Dauer dieser Erscheinung geklagt hat, bemüht er sich, ihre Geschwindigkeit zu schätzen, und fährt also fort: „Da jedoch die einsichtsvollesten Personen 4 Secunden festsetzen, und da die grösste Anzahl sie nicht in dem Augenblicke ihrer Entstehung gesehen hat; so setze ich voraus: dass man durchgängig diese Dauer zu kurz angege-

hen habe; daſs man die Kugel in der erſten Zeit ihrer Erſcheinung in der Atmoſphäre nicht geſehen habe; und daſs die Zeit ihrer Bewegung bis dahin, als man ſie wahrnahm, der Zeit gleich ſey, während welcher man ſie geſehen hat."

„Solchemnach nehme ich der Kürze wegen an, daſs der Zeitraum zwiſchen dem erſten Augenblicke ihrer Erſcheinung bis zu dem, da ſie zerſprang, 10 Secunden betragen habe. Da ſie nun während dieſer Zeit eine Linie von mehr als 60 Meilen k) Länge oder über 2½ Grad, nämlich von den Küſten Englands bis nach Melün, durchlaufen iſt; ſo folgt, daſs, aller meiner auf die Verminderung ihrer Geſchwindigkeit abzielenden Vorausſetzungen ungeachtet, ſie noch unglaublich groſs ſey, denn ſie beträgt über 6 Meilen in einer Secunde. Hierbei iſt noch zu bemerken, daſs ich bei dieſer Schätzung weder die Linie, welche ſie in einer gegen die Erde ſo geneigten Richtung beſchrieb, noch dieſen Umſtand in Betrachtung gezogen habe, daſs ſie in einem Puncte ihren Anfang nahm, der mehr als 18 Meilen hoch war."

Aus dieſem Auszuge ſowohl als aus mehrern Stellen der Abhandlung erhellet, daſs Herr le

k) Lieues, von welchen 25 auf einen Grad gehen.

Roy die Unſicherheit und Unzulänglichkeit dieſer Beobachtungen ſehr wohl eingeſehen hat, und daſs er nur ihre Höhe und Geſchwindigkeit ſchätzungsweiſe habe angeben wollen. Die gröſsere Höhe von 18 Meilen hat nur muthmaſslich doppelt ſo groſs als die kleinere Höhe aus dem ſcheinbaren ſchiefen Laufe der Kugel angegeben werden können; denn er hat für den höhern Stand der Kugel keine Beobachtungen weder des Winkel noch der Zeit. Allein die kleinere Höhe an dem Orte des Zerſpringens würde ſich ſehr ſicher haben beſtimmen laſſen, wenn die Entfernung dieſes Orts genau bekannt, und der Winkel in dem Augenblicke des Zerſpringens genau gemeſſen worden wäre.

Die Entfernung dieſes Orts von Paris wird in der Abhandlung 9 bis 10 Meilen angegeben; in der Note wird ſie bis auf 8 Meilen vermindert. Man kann es daher niemanden verargen, wenn er auch dieſe 8 Meilen in Zweifel zieht. Wollte man aber auch dieſe Entfernung von 8 Meilen als richtig gelten laſſen; ſo werden dennoch in Anſehung des Winkels folgende Fragen entſtehen: Hat man wohl den Winkel genau in dem Augenblicke des Zerſpringens beobachtet, und wie hat man ihn geſchätzt? In Anſehung der erſten Frage ſagt zwar Herr le Roy: in dem Augenblicke

des Zerſpringens; allein man iſt deſſen ungeach-
tet noch ungewiſs, ob dieſe erforderliche Ge-
nauigkeit bei einer ſo blendenden und ſo äuſserſt
ſchnell laufenden Lufterſcheinung habe beobach-
tet werden können. Eine einzige vernachläſſigte
Secunde Zeit würde die Höhe derſelben über dem
Horizonte um den vierten Theil vermindert ha-
ben. Es iſt aber auch der Winkel zu unſicher
und gewiſs zu groſs angegeben worden. Es
heiſst nämlich: étoit élevé de 45 degrés ou à peu
près. Aus der Art der Beobachtung ſieht man
ſehr leicht, warum Herr le Roy die runde Zahl,
des halben rechten Winkel, annahm; weil er
nämlich ohne Winkelmeſſer mit dem bloſsen Au-
ge den Winkel nicht genauer angeben konnte,
und weil dieſer Winkel zugleich die Höhe der
Kugel ihrer horizontalen Entfernung gleich
machte. Da man aber auch hieraus ſieht, daſs
der Fehler mehrere Grade betragen haben kön-
ne; ſo kann dieſer Winkel eben ſowohl 40 oder
35 Grade enthalten haben. Bei dieſen Annah-
men würde ſich die Höhe bis 6,7 oder 5,6 Meilen
vermindern. Dieſe Höhen werden jedoch noch
viel kleiner, wenn die Beobachtung des Winkels
nicht hinlänglich genau in dem Augenblicke des
Zerſpringens gemacht und die Entfernung zu
groſs angegeben worden ſeyn ſollte; welches die

nde und die unſichern Beobach-
ahrſcheinlich machen.
zwar Herr le Roy, daſs die Hö-
n ſehr gut mit der Höhe überein-
he 2 Minuten Zeitunterſchied zwi-
erſpringen der Kugel und dem ge-
e gebe. Wäre aber dieſes ſicher ge-
de die in der Note verbeſſerte Höhe
n unrichtig ſeyn. Allein auch dieſe
g iſt nicht genau; denn es heiſst:
es ou environ. Da ſich aber der Schall,
zöſiſchen Beobachtungen, in einer Se-
ch 173 Toiſen fortbewegt; ſo darf man
3 Secunden, und alſo noch nicht um
irren, um eine ganze Meile zu vernach-
Jedoch kommt es auch hierbei auf die
ang der Beobachter an. Es wird hier
emerkt, an welchen Orten ſich die Beob-
befunden haben; ſondern nur angeführt,
ieſer Schall in der Gegend um Melün am
ten geweſen ſey. Man iſt daher ſehr un-
ſs, ob dieſe 2 Minuten bei Melün, oder in
oder mehrerer Meilen Entfernung von Me-
beobachtet worden ſind.
So ungewiſs und unſicher nun alle dieſe An-
ben und alſo auch die daraus gezogenen Folge-
ngen ſind; ſo wird die angegebene beträchtli-

e noch weniger wahrſcheinlich, wenn
ere in dieſer Abhandlung angeführte
ngen, welche weniger Uebung und
gutes Auge vorausſetzen, in Betrach-
ht.
er Mitte der Kugel ſah man Aufwallun-
eine rauchende Materie. Iſt dieſes wohl
: ſo groſsen Entfernung möglich? Ein
der ein Haus im vollen Feuer geſehen hat,
nit mir darin übereinſtimmen, daſs man, um
nnern Bewegungen der Flamme und die in-
n Abwechſelungen des Rauchs mit der Flam-
zu ſehen, noch nicht ½ Meile davon entfernt
n dürfe. Ich glaube vielmehr, daſs dieſes
aum mit mäſsig ſtark vergröſsernden Handper-
ſpectiven geſchehen könne. Daſs aber ein oder
mehrere Beobachter hierbei gute Fernröhre ge-
braucht haben ſollten; dieſes zu glauben, hat man
gar keine Urſache, weil Herr le Roy, der in
andern Nebenumſtänden ſehr ausführlich iſt,
nichts davon geſagt hat.

Als die Kugel zerſprang und ſich zertheilte, haben viele Perſonen verſchiedene leuchtende Theile auf die Erde fallen ſehen. Dieſe Bemerkungen erklärt Herr le Roy für Einbildung, weil es freilich nicht glaublich iſt, daſs dieſe Theile von einer ſo groſsen Höhe noch leuchtend auf

die Erde fallen sollten: allein, wenn diese Kugel, als sie zersprang, etwa eine halbe Meile hoch, oder noch niedriger gestanden hätte; wenn alle die ohne Werkzeuge gemachten Beobachtungen, des Winkels und der Zeit ganz unsicher wären, welches ich bewiesen zu haben glaube: welche Erfahrungen soll man nun als wahr annehmen? Etwa jene unsichern Beobachtungen, welche zu Fehlschlüssen verleiten? oder diese reinen Erfahrungen, welche jedermann, wenn er nur gesunde Augen hat, machen kann? Ich glaube, letztere sind jenen vorzuziehen.

Wenn man nun alles das, was hier über diesen Gegenstand gesagt worden ist, gegen einander hält; so scheint wenigstens so viel hinlänglich erwiesen zu seyn: dass man bis jetzt noch keine einzige Beobachtung habe, aus welcher man sicher schliessen könne: dass es eine Feuerkugel in so beträchtlicher Höhe gegeben habe.

III.

III.

Ueber die *Phänomene natürlicher Phosphoren in atmosphärischer Luft, in Sauerstoffgas und andern Gasarten,*

vom
Bürger Lazaro Spalanzani
zu Pavia. *)

§. 1.

Zu meinen bisherigen Beobachtungen und Untersuchungen über das Leuchten bediente ich mich bloss des Kunkelschen Phosphors. Wir wissen aber, dass es auch Phosphore von anderer Beschaffenheit giebt, theils solche, die es erst durch gewisse Umstände geworden sind, wie einige in Fäulniss begriffene Holzarten und Thiere, oder es schon von Natur sind, wie manche Fische, Würmer und Insecten. Die Beobachtung

*) Chimico Essame degli Esperimenti del Sign. *Göttling* sopra la luce del fosforo di Kunkel osservata nel aria commune, ed in diversi fluidi aeriformi permanenti, nella qual occasione si esamino altri fosfori posti dentro ai medesimi fluidi, e si cerca se la luce solare guasti il gaz ossigeno, del Cittadino *Lazaro Spalanzani*. In Modena 1796, 8. p. 119 etc.

verſchiedener Phänomene des Kunkelſchen Phosphors in permanent - elaſtiſchen Flüſſigkeiten reitzte meine Neugierde, einige Unterſuchungen über die Phänomene jener andern Phosphoren in denſelben Flüſſigkeiten anzuſtellen, und die Neuheit des Gegenſtandes gab meinen Nachforſchungen einen noch ſtärkern Sporn. Zuerſt wählte ich ſolche Holzſtückchen, die man im Sommer zuweilen des Nachts leuchten ſieht, und in einigen Gegenden Italiens *Fuochi matti* nennt. Eins derſelben wurde mir im Auguſt 1795 von Bauern auf den Bergen von Modena gezeigt, wo ich damals mich befand. Es war dies der Stumpf eines Kaſtanienbaums, der alle Vegetationskraft verloren hatte und ſich im Zuſtande einer ziemlich ſtarken Fäulniſs befand. Durch das beträchtliche Verflüchtigen ſeiner materiellen Grundbeſtandtheile war er leicht, zart, zerreiblich und weiſslich von Farbe geworden. Nachts glich er von weitem einem äuſserſt matten Feuer. Ich ſchnitt mehrere Späne davon ab, theilte dieſe in feine Blättchen und ſteckte einige davon zuerſt in ein bloſs mit atmoſpäriſcher Luft gefülltes Eudiometer, um die Wirkung wahrzunehmen. Im Dunkeln leuchtete jedes Blättchen ſehr gut; eben ſo, wenn das Eudiometer voll Waſſer war. Statt deſſen reines Stickgas angewendet, bemerkte

man in 7 Minuten keinen Unterschied; dann aber wurde das Licht immer schwächer, und nach einer halben Stunde verschwand es völlig. Diese langsame Abnahme des Lichts glich der Flamme einer angezündeten Kerze, die im verschlossenen Raume allmählig verschwindet und kleiner wird.

§. 2.

Der Phosphor, in kleine Blättchen getheilt und 3 Stunden in diesem Gas gelassen, blieb fortdauernd dunkel. Man hob hierauf das Eudiometer aus dem Wasser, in welches es gestürzt war, und verstattete so der atmosphärischen Luft den Eintritt. In wenigen Minuten erhielt der Phosphor sein Licht wieder, doch matter als zuvor; seinen ursprünglichen Glanz aber bekam er erst völlig, als man das Eudiometer von neuem bloss mit atmosphärischer Luft füllte und die vorige Mischung völlig herausgelassen war.

§. 3.

Ich bemerkte, dass sein Glanz in dem mit Sauerstoffgas gefüllten Eudiometer über alle Massen lebhaft war. (Ich hatte jenes Gas, in wohl verschlossenen krystallenen Flaschen, nebst einem Eudiometer, mit auf die Berge genommen.)

§. 4.

Ich stellte nun neue Versuche folgendergestalt an: Neben jene leuchtenden Späne legte ich Kunkelschen Phosphor ins Eudiometer. Da diese bloſs atmosphärische Luft enthielt, leuchteten sie sogleich, welches auch beim Phosphor erfolgte. Sein Licht dauerte wie gewöhnlich bis zur Zersetzung der Luft von 20 Gr. Sauerstoffgas, während das der Späne, langsam abnehmend, bei 16 Gr. völlig aufhörte. Nun hob ich das Eudiometer aus dem Wasser, worauf die fehlenden 20 Gr. Sauerstoffgas alsbald durch atmosphärische Luft ersetzt wurden, und sogleich erhielten auch die Späne ihren Glanz wieder.

§. 5.

Das halbfaule Kastanienholz behielt seinen phosphorischen Charakter nur 2 Tage. Ein dergleichen Stück von der Wurzel einer Buche, das man mir in der Folge brachte, behielt sie 3 Tage hindurch. Hieraus erkannte ich, daſs die Eigenschaft, zu leuchten, nur auf eine gewisse Zeit beschränkt sey, die ohne Zweifel von dem Grade der Fäulniſs abhängt, worin sich jene ihrer organischen Kraft beraubten Substanzen befanden. Es wäre überflüssig, auch die Resultate anzugeben, die dieser zweite, bald in reines Sauerstoffgas oder

stickgas, bald in die mit diesen Gasarten vermischte atmosphärische Luft getauchte Phosphor lieferte, da sie durchaus nicht wesentlich von den beim ersten bemerkten abwichen.

§. 6.

An dem Orte, wo ich diese Experimente mache, konnte ich mir aus Sümpfen Wasserstoffgas verschaffen, und in diesem stellte ich ferner Versuche mit meinen beiden phosphorischen Lichtarten an; doch verhielten sie sich wie im Stickgas: das Licht war nämlich von kurzer Dauer. Hob ich das Eudiometer gerade aus dem Wasser und liess die atmosphärische Luft hineintreten, so erneuerte sich der Glanz nicht, oder geschah dies, so blieb er äusserst matt. Der Grund davon ist sehr klar. Obgleich nämlich das Wasserstoffgas, mit Stickgas vermischt, schwerer wird, als es zuvor rein war, so blieb es doch fortdauernd leichter als atmosphärische Luft. Trat es nun unter dem Eudiometer auch in Berührung mit atmosphärischer Luft, so ging diese nur eine geringe oder fast gar keine Mischung damit ein, und daher blieb auch der Phosphor ganz oder grösstentheils dunkel. Drehte ich aber das Eudiometer herum, statt es gerade aus dem Wasser zu ziehen, so kam das Wasserstoffgas unten, und

wurde jetzt von der schwerern atmosphärischen Luft heraufgetrieben und verdrängt: daher die Erneuerung des Lichts.

§. 7.

An diese Beobachtungen über die phosphorartigen Hölzer reihen sich einige wenige andere, die ich im folgenden September in Venedig mit dem *Tintenwurme, (Sepia officinalis,)* anstellte. Lebendig leuchtet er nicht, sondern bloss im wirklichen Zustande der Fäulniss. Ich konnte zwar nur Einen untersuchen, doch geschah dies im Zeitpuncte seines stärksten Phosphorescirens. Ich legte einige Stückchen desselben unter das Eudiometer, und bemerkte: 1. dass ihr Licht in atmosphärischer Luft und in Seewasser gleich hell war; 2. dass es im Stickgas völlig verschwand; 3. dass der Glanz einigermassen zurückkehrte, wenn man dieses Gas mit atmosphärischer Luft vermischte; 4. dass das Licht doppelt so stark im Sauerstoffgas als in atmosphärischer Luft funkelte. . . . .

Wie sehr stimmen alle diese Beobachtungen mit denen überein, die oben vom phosphorischen Holze erzählt wurden!

§. 8.

Ich hätte gewünscht, mit der Untersuchung dieses todten phosphorischen Thieres ebenfalls

der lebenden, die Gewässer bewohnenden, Geschöpfe, wie der *Pennatula* und der *phosporischen Mollusken* unter andern, verbinden zu können; doch musste ich diesen Wunsch bis auf fernere Streifzüge in beiden Meeren verschieben, da zwei Arten wohl im mittelländischen, nicht im Adriatischen Meere gefischt werden.

Um jedoch in der Zeit, die ich hierauf fern vom Meere zubrachte, meine Versuche über Thiere phosphorischer Natur fortzusetzen, richtete ich meine Aufmerksamkeit auf die *Johanniswürmchen* (*Lucciole terrestri*), da ich sie wegen der grossen Menge, die man in den ebenen Gegenden Italiens gegen das Ende des Frühlings von ihnen antrifft, nach Gefallen untersuchen konnte. Es giebt deren zwei Arten: eine ungeflügelte, die an der Erde fortläuft; die andere beflügelt, die sich bei einbrechender Nacht zu erheben anfängt. Erstere nennt man gewöhnlich *Luccioloni*, letztere *Lucciole*.

§. 9.

Einige kurze vorangeschickte Notizen über das Leuchten beider Insectenarten werden das Verständniss der folgenden von ihnen zu erzählenden Dinge erleichtern. Im Mai zeigen sich die *kriechenden Johanniswürmchen*, Luccioloni, (ich werde diesen Namen beibehalten,) zuerst Nachts,

entweder im Laube oder Rasen, oder unterhalb an Mauern, welche Höhlungen haben, in die sie sich den Tag über verstecken. Ihr Glanz macht sie schon von weitem sichtbar, und giebt auch die Richtung an, die man nehmen muss, ihrer habhaft zu werden. Dieser Glanz ist nicht wie bei den *fliegenden* Johanniswürmchen, (Lucciole.) unterbrochen und aussetzend, sondern fortwährend und bleibend; doch nur so lange sie in Freiheit sind. Gefangen besitzen sie die Kunst, diesen Glanz zum Theil oder völlig zu verbergen. Eben so ziehen sie ihn ein, wenn man sich ihnen nähert, als merkten sie gleichsam die Falle, die man ihnen stellt. Dieses Licht ist in den vorletzten Ring des Bauches eingeschlossen, der ins Weisse spielt, da die andern schwarz sind.

Drückt man im Dunkeln den Bauch leicht zwischen Zeigefinger und Daumen, und hält das Hintertheil desselben fest, so vergehen etwa 10 Minuten, in welchen das Insect völlig dunkel bleibt. Dann wird es plötzlich wieder im vorletzten Ringe, den man auch Nachts deutlich von den übrigen unterscheidet, hell, und glänzt mit blassbläulichem Lichte. Hierauf verdunkelt es sich abermals, und diese Lichtabwechselungen erfolgen der Zeit nach ganz unregelmässig. Eben das geschieht, wenn man es irgend worauf laufen lässt;

einmal gefangen zeigt das Thierchen selten ununterbrochen sein voriges Licht. Gleichwohl giebt es ein Mittel, dies, obschon in weit schwächerm Grade, zu bewerkstelligen: Man öffnet nämlich mit der Spitze einer Schere den Ring, von dem das Licht ausfliesst, und läst die darin verschlossene thierische Substanz heraustreten, die ins Weisse spielt, geringe leuchtet, und in diesem Zustande, auch vom Körper getrennt, einige Zeit verharret.

§. 10.

Ich brachte eines der Luccioloni, das in atmosphärischer Luft in meiner Hand unterbrochen geleuchtet hatte, aus dieser Luft unter das Eudiometer aufs Wasser. Es fuhr fort, absatzweise zu glänzen; alle Helligkeit aber verlor sich im Stickgas. Sie wurde durch Restitution von atmosphärischer Luft wiederhergestellt und durch Sauerstoffgas verstärkt. Zwei andere Gasarten, kohlensaures und Wasserstoffgas, verlöschten wie Stickgas den Glanz. Holte ich mit einem Messer den leuchtenden Antheil des Thiers heraus, so wurde er bei der Berührung von Stickgas, Wasserstoffgas und kohlensaurem Gas, die ich einzeln unter das Eudiometer treten liess, dunkel, und durch das Sauerstoffgas wieder sehr funkelnd.

vielen Männchen dienen müſſe, wie man es von der Bienenkönigin glaubte.

§. 13.

Eine ins Genaue gehende Beſchreibung dieſes Inſects wäre hier am unrechten Orte; doch hieſse es unvollſtändig ſeyn, wenn ich nicht wenigſtens einen Abriſs jener Theile hinwerfen wollte, die unmittelbaren Bezug auf die gegenwärtigen Unterſuchungen haben. Wir wiſſen, daſs das Licht der Thierchen nicht im ganzen Körper verbreitet iſt, ſondern ſich bloſs über die beiden letzten Bauchringe erſtreckt, die ich der Kürze halber den *leuchtenden Bauch* nennen will. Dieſer Bauch iſt mit einem zarten, feinen, durchſichtigen Häutchen bedeckt, das eine weiſse, klebrige, weiche Materie einſchlieſst, die man den *Behälter des Lichts* nennen könnte. Daher ſcheint der *leuchtende Bauch* auch weiſs gegen die andern ſchwärzlichen Ringe; er macht ein ſtarkes Viertheil der Lucciola aus, die gewöhnlich vier Linien lang und eine breit zu ſeyn pflegt. Wenn man eine mit dem Rücken auf einer Fläche befeſtigte Lucciola microſcopiſch unterſucht, ſo erſcheint zwar die ganze Haut glänzend, doch bemerkt man einige vorzüglich helle Puncte, welche auf die Vermuthung leiten, daſs ungemein feine Löcherchen auf dieſer Haut den

Durchgang des darunter liegenden Lichts erleichtern. Dies bestätigt auch die Erfahrung. Denn wenn man diese leuchtende Haut vom Bauche ablöset und dem Tageslichte aussetzt, so findet man sie ganz mit höchst kleinen Oeffnungen durchbohrt, beinahe wie die Schale eines gegen die Sonne gehaltenen Eies. Diese Löcherchen sind also eben so viele enge Durchgänge, die der Luft den Eintritt in den leuchtenden Bauch verstatten. Trotz aller meiner Bemühungen aber gelang es mir dennoch nicht, die Organe, deren die Lucciole sich zum Athmen bedienen, oder auch ihre äussern Luftröhren aufzufinden. Wenn ich sie hingegen unter Wasser tauchte und mit einem Federchen darüber wegfuhr, um die anhängende atmosphärische Luft fortzubringen, so bemerkte ich viele Bläschen, die, wie ich deutlich sah, aus ihrem Innern hervorgingen, besonders beim Stechen und Beunruhigen ihres Körpers. Vorzüglich stieg die Luft aus dem gleichfalls unter Wasser sich befindenden Bauche wie Ströme von Bläschen auf, als ob sie mit Zangenspitzen aus dem Innern gezogen würden. Verdünnt man die weisse und klebrige Substanz, woraus der Bauch besteht, ein wenig mit Wasser, und betrachtet sie durch eine scharfe Linse, so wird man gewahr, dass sie aus einer ungeheuern Menge

weißer und halbdurchsichtiger, etwas länglicher Kügelchen von verschiedener Größe und aus einer großen Anzahl unregelmäßiger Theilchen gebildet ist, welche letztere ich für ein Gebröckel zerquetschter Kügelchen hielt. Merkwürdig ist es, daß die Kügelchen, welche, zu einem Ganzen verbunden, leuchten, an Licht abnehmen, sobald man sie vereinzelt, und es gänzlich verlieren, wenn man sie vollkommen trennt.

§. 14.

Jetzt ist es nöthig, von den verschiedenen Lichterscheinungen zu reden, die man bei diesen kleinen Thierchen wahrnimmt, wenn man sie sowohl in atmosphärischer Luft als auch in andern Gasarten beobachtet, und dann endlich zu suchen, das Interessanteste, was ich bei diesen animalischen und vegetabilischen Phosphoren wahrnahm, zu erklären, ohne jedoch bei diesen Erklärungen von der festen und deutlichen Theorie der neuern Chemie abzuweichen.

Sieht man die Johanniswürmchen im Dunkel der Nacht in der Luft herumschwärmen, so zeigen sie einige Augenblicke einen lebhaften Glanz, während dessen sie in andern ganz unscheinbar sind; und diese Abwechselung von Licht und Finsterniß findet fortwährend statt. Betrachtet

[illegible] sie aber in der Nähe in einem kleinen fin[illegible] Zimmer, so entdeckt man, dass ihre Dun[illegible] nicht absolut ist, sondern bloss in einem [illegible] Lichte besteht, das sich, von ferne [illegible], verliert.

[illegible] wir daher ein Johanniswürmchen in [illegible], so bemerken wir im leuchtenden Bau[illegible] eine zitternde Bewegung, (Movimento di [illegible]zione,) die sich bald verstärkt und den [illegible] verdoppelt, bald aufhört und ihn beträcht[illegible] schwächt. Die Luccioloni senden ihr Licht [illegible] wenn es ihnen gefällt; nicht so die Lucciole: [illegible] aber ists, dass die zitternde Bewegung in [illegible], und mithin auch das Funkeln des Lichts, [illegible]hört, wenn man sie eine Zeit lang betastet; [illegible] desto weniger aber bleibt doch eine ziemli[illegible] Helligkeit.

§. 15.

Die überflüssige Menge der fliegenden Johanniswürmchen und ihr beharrliches Leuchten ver[illegible] mir, über sie eine Zahl von Versuchen [illegible]stellen, die die Seltenheit der kriechenden Johanniswürmchen und das Unbeständige ihres Lichts mir nicht vergönnten. Fängt man sie und verwahrt sie frisch in einer Schachtel und andern Behältnissen, so behalten sie nicht allein einiges Licht bis zu ihrem Tode, sondern auch noch

nach demſelben, ſo lange der leuchtende Körper im Geringſten weich iſt.

Selbſt aufgetrocknet fängt er nicht ſelten wieder an zu leuchten, wenn man ihn im Waſſer erweicht. Nie aber iſt kurz vor dem Tode und nach demſelben das Licht von ſo intenſiver Stärke, als wenn die fliegenden Johanniswürmchen in voller Kraft ſind.

§. 16.

Einen Unterſchied aber macht es, ob das Auftrocknen des leuchtenden Bauchs langſam und bei einer gelinden Temperatur, wie zwiſchen 15 bis 20 Grad, oder durch eine jähe Hitze erfolgt, wie wenn man die Lucciole der Sonne in einer Temperatur von 35 oder 40 Grad ausſetzt; denn im letztern Falle ſind wenige Stunden nicht allein hinreichend, den leuchtenden Bauch völlig auszudörren, ſondern ihn auch zum fernern Leuchten unfähig zu machen, ſelbſt wenn man ihm auch durch Waſſer die vorige Weichheit wiedergäbe. Daſſelbe bewirkt bis zu 60 Grad erhitztes Waſſer, in welches man die leuchtenden Bäuche wenig Minuten ſtellt. Man muſs alſo annehmen, daſs die zu groſse Wärme entweder den Zuſammenhang unter den kleinſten Grundmaſſen des leuchtenden Bauches aufhebt, oder ſie wenigſtens

nigstens dergestalt desorganisirt, dass sie unfähig werden, Licht hervorzubringen.

§. 17.

Wenn schon die zitternde Bewegung für das Licht, von dem wir bis jetzt sprachen, nicht wesentlich ist, so bleibt doch ausgemacht, dass sie geschickt ist, es zu vermehren und auch in manchen Fällen zu erregen, sollte es auch bereits verloschen seyn. Bei der zitternden Bewegung des leuchtenden Bauches haben wir dies schon zum Theil gesehen; so oft sie anfängt, vermehrt sie den Glanz beträchtlich. (§. 14.) Ein Gleiches bewirkt man bei diesen Thierchen durch natürliche oder künstlich hervorgebrachte Bewegungen. Man habe z. B. einige erst gestorbene oder sterbende Lucciole auf einem Papiere vor sich, die mehr oder weniger leuchten. Besieht man sie durch eine Linse, so bemerkt man oft, dass der Körper derjenigen, in denen das stärkste Licht vorhanden ist, unaufhörlich in den kleinsten Theilen durch ein schnelles Zittern erschüttert wird, und dass, so lange dies währt, das Licht durchaus nicht von seiner Lebhaftigkeit verliert. Hat eine Lucciola ganz zu leuchten aufgehört, oder thut es nur schwach, behält aber im leuchtenden Bauche noch einige Weichheit,

(*Tenerezza;*) so erneuert oder verdoppelt sich das Licht wieder, wenn man leicht mit einer Nadel in den Leib sticht. Vorzüglich aber glänzt der leuchtende Bauch, wenn man ihn mit einer Nadel oder einem andern feinen Körper berührt. Eine kleine Feuersbrunst scheint aus dem berührten Theile hervorzubrechen, die, wenn schon von kurzer Dauer, sich bei jedem wiederholten Reitze erneuert.

§. 18.

Die meisten der bis jetzt erzählten Phänomene bemerkt man nicht allein am leuchtenden Bauche, so lange er mit dem Körper der Lucciola ein Ganzes bildet, sondern auch, wenn man ihn davon abreisst. Er fährt alsdann fort, zu leuchten, so lange er weich ist; sein Glanz wird vermehrt, wenn man ihn reitzt, und er erhält ihn wieder, wenn er nach dem Austrocknen abermals erweicht wird. Dasselbe beobachtet man bei den kleinsten Stückchen des leuchtenden Bauches, doch mit dem Unterschiede, dass diese leicht zu leuchten aufhören, da sie schnell trocknen. Nimmt man sich die Mühe, sie immer feucht zu erhalten, so dauert ihr Licht sehr lange.

§. 19.

Die bis jetzt erwähnten Versuche wurden bei einer milden Temperatur, d. h. zwischen 17 und

21°, angestellt, in welcher man diese Thierchen auch in unsern Gegenden umherschwärmen sieht. Es schien mir nun auch interessant und wichtig, sie in einer kalten Temperatur zu unternehmen, um hierdurch den Ursprung jenes Lichts zu erforschen, so wie es aus den sogleich folgenden Betrachtungen erhellen wird. Ich mußte meine Zuflucht zur künstlichen Kälte nehmen, die ich aber durch Schnee leicht zuwege brachte. Ich umgab damit eine Röhre, auf deren Boden einige lebendige Johanniswürmchen lagen, und in diese Röhre befestigte ich ein Thermometer, das mir die abnehmende Temperatur, der ich sie aussetzte, anzeigte. Durch die Mündung der Röhre konnte ich ihr Leuchten sehen. Von 20° der Temperatur sank das Thermometer bis zum Eispuncte, ohne daſs sich das Licht verminderte. Die Johanniswürmchen wurden bei dieser Kälte bloſs unbeweglich und starr, wie alle Insecten in solchen Umständen. Durch Kochsalz sank das Thermometer bei vermehrter Kälte bis auf 4 Grad, *) und das Licht blieb sich immer gleich; aber beim 5ten Grade fing es an zu verlöschen, und beim 7ten Grade hatte es sich ganz verloren. Auffallend war es, daſs der leuchtende Bauch und

*) *Anmerk.* Ohne Zweifel sind Grade unter 0 zu verstehen. G.

der übrige Körper, selbst schon unter der Röhre hervorgenommen, noch immer von Frost verhärtet schienen; doch wurden sie in einer warmen Temperatur schnell wieder in den Zustand ihrer natürlichen Weichheit hergestellt, und erschienen leuchtend, ob sie gleich nicht ins Leben zurückkehrten. Abermals unter die Röhre gebracht, verdunkelte sich ihr Licht wieder beim 5ten Grade, und verschwand beim 7ten völlig. Dasselbe ereignete sich bei noch zweimal gemachtem Versuche, wobei der leuchtende Bauch eben so oft sich wieder verhärtete; und hieraus erhellet, daſs eine um 24 Grad geringere Temperatur, als die, worin die Johanniswürmchen in der Luft herumflogen, sie nicht am Leuchten verhinderte: und es läſst sich annehmen, daſs eben dies auch bei einer stärkern Kälte statt finde, wenn dadurch nicht dem leuchtenden Bauche die Weichheit geraubt würde, die der Hervorbringung des Lichts so unentbehrlich ist.

§. 20.

Jetzt muſs ich noch anführen, was ich bei den Johanniswürmchen bemerkte, wenn ich sie in verschiedenen Gasarten, wie in dem kohlensauren Gas, im Stickgas, im Wasser- und Sauerstoffgas, bald rein, bald mit atmosphärischer Luft vermischt, untersuchte. Ich richtete es so ein, daſs

bei jedem Verfuche an funfzehn Johanniswürmchen in einer Reihe in den horizontalen Arm meines Eudiometers *) gelegt wurden, fo dafs mir die überflüffige Zahl mehr Bequemlichkeit beim Beobachten der Wirkungen verfchaffte. Sie wurden zuerft in kohlenfaures Gas gebracht, wo es auffallend war, dafs fie, fo glänzend fie fich vorher zeigten, augenblicklich unfcheinbar wurden. $\frac{10}{100}$ diefes Gas füllten das Eudiometer. Ich liefs alsbald auch $\frac{10}{100}$ atmofphärifche Luft unter daffelbe treten, und in kurzem veränderte fich die Scene. Das verlofchne Licht erholte fich zuerft wieder in den Infecten, die vorn an im Arme des Eudiometers lagen; fpäter in denen weiter hinauf; und zuletzt in denen, die das äufserfte Ende einnahmen. Dies zu erklären, ift nicht fchwer. Die atmofphärifche Luft, die um vieles leichter ift als das kohlenfaure Gas, ftieg nach und nach in den obern Theil des Eudiometers, nöthigte diefes, den verticalen Arm herabzufinken, und gab nach Verhältnifs feines Auffteigens den Thieren das geraubte Licht wieder.

§. 21.

Stickgas und Wafferftoffgas einzeln angewendet, wirkten auf das Licht unfrer Infecten lang-

*) *Anmerk.* Die Befchreibung deffelben werden wir künftig mittheilen. G.

Röhre eines Thermometers, und goſs hierauf die Oeffnung mit Siegellack zu, um das Eindringen der äuſsern Luft abzuhalten. Die Kugel des Thermometers ruhte auf einer innerhalb der Röhre befeſtigten kleinen hölzernen Unterlage, worauf 15 Johanniswürmchen aufgeleimt waren, damit ſie nicht herunterfielen, wenn ich beim Hineintreten des Sauerſtoffgas die Röhre mit Waſſer füllte. Sobald das Gas durch den pneumatiſchen Waſſerapparat hinaufgeſtiegen war, tauchte ich die Mündung der Röhre in ein Gefäſs mit Waſſer, und ſtellte dieſes auf einen Tiſch. Nun fing ich an die Röhre mit Schnee zu umgeben, während ich an dem obern Theile derſelben beobachtete, was ſich mit dem Lichte der Johanniswürmchen zutrug. Bis zum 5ten Gr. blieb es ſehr lebhaft, beim 4ten fing es an ſchwächer zu werden, und beim Gefrierpuncte verloſch es ganz. Statt des Sauerſtoffgas atmoſphäriſche Luft in die Röhre gelaſſen, erfolgte das ſchon oben Erzählte; d. h., das Licht erhielt ſich etwa bis zum 4ten Gr. unter dem Gefrierpuncte, und ging beim 7ten aus, wie ich ſah, wenn ich Kochſalz zum Schnee miſchte. (§. 19.) Das Licht verſchwand alſo im Sauerſtoffgas in einer um 7 Gr. weniger kalten Temperatur als in atmoſphäriſcher Luft.

§. 25.

Ein Versuch über die ins Wasser getauchten Johanniswürmchen schloss die ganze Reihe derselben. Ich hatte gesehen, dass sie in den Eudiometern zu glänzen fortfuhren, wenn diese mit Wasser gefüllt waren, ehe ich atmosphärische Luft oder Gasarten hineinliess. Dennoch suchte ich genauere Kenntnisse hiervon zu erlangen, indem ich sie in einem Uhrglase voll Wasser bequemer betrachtete. Da sie aber leichter als Wasser sind, so zwang ich sie durch einen dünnen Ueberzug von Leim, auf dem Grunde zu bleiben. Das Licht litt dadurch nicht im allergeringsten, die Johanniswürmchen mochten ganz hineingetaucht seyn oder bloss ihre leuchtenden Bäuche oder Theile derselben. Wie in der Luft erwachte auch durch Hineinstechen das verloschene Licht wieder.

§. 26.

Wenn wir nun aus einem allgemeinen Gesichtspuncte die Eigenschaften des Lichts bei den erwähnten Phosphoren, als: einigen Holzarten, faulenden Thierchen, den kriechenden und fliegenden Johanniswürmchen, betrachten, und mit einigen über den Kunkelschen Phosphor vergleichen; so finden wir zwischen ihnen die strengste Analogie. Der Kunkelsche Phosphor leuchtet im

Sauerstoffgas lebhaft, weniger in atmosphärischer Luft, und gar nicht in den mephitischen Gasarten, dem Stickgas, dem Wasserstoffgas und kohlensauren Gas, wenn sie rein sind, und nur mit einem flüchtigen Lichte, wenn man sie mit atmosphärischer Luft vermischt. Ein Gleiches ist in den erstern Phosphoren bemerkt worden. Diese Identität der Wirkungen leitet uns auch, gleiche Identität der Ursachen zu vermuthen. Nun ist es erwiesen, daſs das Licht jenes Phosphors durch Verbindung des Sauerstoffgas der Atmosphäre mit der Substanz des Phosphors erzeugt wird; diese Verbindung aber ist ein wahres Verbrennen: man müſste also annehmen, daſs aus derselben Grundursache auch das Leuchten jener andern Phosphorarten herstamme. Die Untersuchung ihrer Natur wird meine Gedanken in ein helleres Licht setzen. Ich fange bei den phosphorischen Holzarten an.

§. 27.

Die neuere Chemie zeigt, daſs Wasserstoff und Kohlenstoff ganz einfache Substanzen sind, welche die vorzüglichsten Bestandtheile der Vegetabilien ausmachen. Durch das Faulen, oder richtiger, durch die faulende Gährung, gerathen Wasserstoff und Kohlenstoff derselben leichter in Berührung mit dem Sauerstoffe der Atmosphäre,

solche Verbindung ein langsames Verbrennen verursacht. Nun müssen jene Holzarten leuchten, was sie in der Sphäre der mephitischen Gasarten aus Mangel an Sauerstoff nicht können. Eben dies gilt von einigen Thieren, die zur faulen Gährung übergehen, wenn die belebende Kraft in ihnen zu wirken aufhört; denn auch sie enthalten, nebst andern einfachen Grundsubstanzen, Wasser- und Kohlenstoff. Dass aber nicht jedes Holz, nicht jedes faulende Thier phosphorisch wird, rührt vielleicht daher, weil sich nicht aus ihnen zu gleicher Zeit eine so grosse Menge Wasser- und Kohlenstoff entwickelt, als erforderlich ist, uns das Leuchten bemerkbar zu machen.

§. 28.

Nach denselben Grundsätzen, obschon auf andere Art, läfst sich die Erklärung des Lichts der Johanniswürmchen, und eben so der kriechenden Art derselben geben. Das Athmen der Thiere ist, chemisch betrachtet, bloss ein langsames Verbrennen in den Lungengefäfsen, vermittelst des Sauerstoffgas der atmosphärischen Luft, das sich mit dem Kohlen- und Wasserstoffe des Bluts zusammentritt. Eben so ausgemacht ist es durch neuere Versuche, *) dass die Insecten

*) Man sehe Journal der Phys., B. VII, S. 453. G.

selbst das atmosphärische Sauerstoffgas in sich nehmen, und folglich findet hier eine wahre Verbrennung statt. Die Respirationsgefäße der Johanniswürmchen oder die gewöhnlich an den Seiten der Insecten liegenden Luftröhren aufzufinden, ist mir bei ihnen nicht geglückt. Dennoch habe ich gesehen, daſs ihr Bauch mit vielen kleinen Löcherchen versehen sey, die der Luft den Eintritt verstatten, und daſs das Innere dieses Bauchs ebenfalls reichlich Luft enthalte. (§. 13.) Es ist also klar, daſs die Luft häufig hineindringe, und daher erzeugt die Berührung des Sauerstoffs mit den beiden verbrennlichen Substanzen der in den Gefäſsen des leuchtenden Bauchs vorhandenen Flüſsigkeiten, nämlich mit dem Kohlen- und Waſserstoffe, eine Entzündung, die wegen der Durchsichtigkeit des den Bauch umschlieſsenden Häutchens von auſsen her sichtbar wird.

§. 29.

Einen evidenten Beweis dieses Verbrennens, oder der Verbindung des atmosphärischen Sauerstoffgas mit den beiden benannten verbrennlichen Substanzen, *) giebt die merkliche Zersetzung des

*) Der Verfaſser übersieht bei der bisher gegebenen Erklärung den Phosphor, selbst als Bestandtheil organischer Substanz, deſsen Antheil an

Sauerstoffs, wenn bloss mit ihm das Eudiometer angefüllt wird, worin die Johanniswürmchen sich befinden. (§. 22.) Bei grösserer Anzahl der leuchtenden Bäuche ist sie noch merklicher. (§. 23.) Das stärkere Verbrennen verursacht ein stärkeres Licht. Dies nimmt man auch beim reinen Sauerstoffgas, mit der atmosphärischen Luft verglichen, wahr. (§. 22.) Fehlt das Sauerstoffgas, oder ist es nur in geringer Menge vorhanden, so verschwindet das Licht entweder völlig, oder ist nur sehr schwach, wie wir an den Johanniswürmchen sehen, die man in kohlensaures Gas, Stickgas und Wasserstoffgas, bald rein, bald mit einem Theil atmosphärischer Luft vermischt, einschliesst. (§. 20, 21.)

§. 30.

Vermöge unsrer Theorie erklärt man auch leicht die übrigen Phänomene des Lichts bei jenen Thierchen.

1. Warum sie im Sauerstoffgas bei einer höhern Temperatur zu leuchten aufhören, als in atmosphärischer Luft? (§. 19, 24.)

Dieses Phänomen stimmt mit dem des Kunkelschen Phosphors überein, der im Sauerstoffgas

dem Leuchten natürlicher Phosphoren gewiss grösser ist, als der des Kohlen- und Wasserstoffs. G.

meistens erst bei einer Temperatur von 22 Graden zu leuchten anfängt, da er dies in gemeiner Luft bereits beim 6ten Gr. thut. Der Grund ist beiden Fällen, (beim Phosphor und den Insecten,) ist derselbe und stützt sich auf die Natur des Sauerstoffgas, dessen Basis, wenn es rein ist, eine milde Temperatur erfordert, um mit dem verbrennlichen Körper zusammenzutreten, im Gegentheil sich aber schon bei einer niedrigern mit Stickgas verbindet.

2. Warum die zitternde Bewegung, so wie jede, sowohl natürliche als künstlich erregte, Bewegung überhaupt, den Glanz des leuchtenden Bauches vermehre. (§. 14.)

Weil alsdann die Flüssigkeiten desselben durch die beschleunigte Bewegung dem atmosphärischen Sauerstoff mehr Kohlen- und Wasserstoff zuführen; auf dieselbe Art, wie bei den vierfüssigen Thieren, den Vögeln und bei uns das Athmen oder das Verbrennen jener beiden Substanzen stärker ist, wenn das Blut durch irgend eine innere oder äussere Bewegung mehr aufgeregt wird.

3. Warum die vom ganzen Körper getrennten leuchtenden Bäuche einige Zeit zu glänzen fortfahren? . . . .

Weil so lange Feuchtigkeiten in ihnen bleiben, ihr Wasser- und Kohlenstoff fortdauernd sich mit dem Sauerstoff der atmosphärischen Luft verbinden. Endlich

4. Warum die Johanniswürmchen im Wasser, wie in der atmosphärischen Luft leuchten? . . . Weil bekanntermaßen das Wasser den Sauerstoff der Atmosphäre einsaugt, wovon ich die überzeugendsten Beweise geliefert zu haben mir schmeicheln darf. Uebrigens muß eine sehr kleine Dosis dieses Gas hinreichen, das so schwache Licht jener Thierchen hervorzubringen. . . .

IV.

BEQUEME ART,

kohlenſaure mineraliſche Waſſer nachzumachen,

von

Herrn *D.* Fierlinger

in Wien.

Dieſes Unternehmen hat man ſchon lange auf verſchiedene Art auszuführen geſucht; aber alle Methoden, die man bisher vorſchlug, forderten, theils einen koſtſpieligen Apparat, theils befand ſich bei ihnen die Luft im ausgedehnten Zuſtande, ſo daſs ſie ſich nicht hinlänglich mit dem Waſſer verbinden konnte.

Ich ſuchte dieſem auf folgende Art abzuhelfen: Ich füllte gewöhnliche runde Flaſchen mit Waſſer an, ſtürzte ſie vorſichtig um, damit keine Luft in ſelbige hineinkam; ſtellte ſie auf einen einfachen Apparat, dergleichen Bergman, (Opusc., Vol. I,) beſchreibt und abgezeichnet hat, und füllte dieſe ſo geſtellte Flaſche auf eben die Art wie Bergman mit kohlenſaurem Gas an, das ich aus dem hieſigen Orts gewöhnlichen Küchenſande, deſſen man ſich zur Reinigung der zinnernen Teller bedient, mit etwas wenigem Vitriolöl entwickelte. Wenn die Flaſchen mit Gas

ganz

ganz voll, und von Waſſer folglich ganz leer wa- ren, verſtopfte ich ſie unter Waſſer mit einem Stöpſelventil, das ich gleich beſchreiben werde, nahm ſie vorſichtig von dem Apparate weg, in- dem ich den Hals der Flaſche in ein kleines Ge- fäſs unter dem Waſſer ſteckte, und tauchte ſie dann unter Waſſer in einen eignen cylindriſchen hohen, faſt röhrenförmigen Topf, der 2 Fuſs hoch und dem Diameter der Flaſche gemäſs weit iſt, um bei einer geringern Menge von Waſſer nach hydroſtatiſchen Geſetzen einen groſsen Druck anbringen zu können. Die auf dieſe Art mit kohlenſaurem Gas gefüllten und ſo *ganz un- ter Waſſer getauchten Flaſchen* ſaugen ſich, ver- möge der Verwandtſchaft des kohlenſauern Gas zum Waſſer, mit dieſem beinahe voll an, (ganz hat ſich mir noch keine angefüllt, auch wenn ich gleich alle mögliche Vorſicht brauchte, um rei- nes Gas zu erhalten, und die Flaſchen nur zur Hälfte mit kohlenſauerm Gas anfüllte.) Auf die- ſe Art erhalte ich ein Waſſer, das gleichen Cu- bikinhalt Gas in gleichem Cubikinhalt Waſſer enthält; denn das Waſſer iſt in den Raum des Gas gedrungen. Es iſt ziemlich ſtark, und kann noch ſtärker gemacht werden.

Dieſe Methode hat nebſt der Bequemlichkeit und Wohlfeilheit noch dieſe Vortheile, daſs ſich

bei ſelbiger die Luft im compreſſiven Zuſtande befindet, und daſs der Druck nach Belieben vermehrt werden kann, je nachdem ich die Flaſche mehr oder weniger untertauche, und daſs das Waſſer in den Gefäſsen, aus welchen es getrunken wird, ſelbſt bereitet werden kann, weil bei dem Umgieſsen deſſelben deſto mehr verloren wird, je ſtärker das Waſſer iſt.

Die *Stöpſelventile*, von welchen ich oben geredet habe, ſind genau an die Flaſchen paſſende, der Länge nach durchbohrte und ausgefeilte Korkſtöpſel, deren obere Oeffnung mit einem zinnernen Blättchen bedeckt wird, welches mit einem Faden an den Stöpſel befeſtigt iſt, indem man es durchbohrt und den Faden durchzieht. Wenn dieſes Blättchen oben mit einem Grübchen verſehen wird, in welches man alkaholiſirte oder andere Eiſenfeilſpäne legt, ſo wird das Waſſer eiſenhaltig, und zwar ſo ſtark, daſs es mit geiſtiger Galläpfeltinctur einen ſchwarzen Niederſchlag giebt und einen ſehr ſtarken Eiſengeſchmack bekommt.

Dieſe Eiſenwaſſer ſind nun auch ein Beweis, daſs die Ventile gut ſchlieſsen, und daſs ſich folglich wirklich gleicher Cubikinhalt Luft in gleichem Cubikinhalte Waſſer befinde; denn ſchlieſsen ſie nicht genau, ſo bekommt das in den Topf vorge-

schlagene Waſſer eine ſpielende Haut oben auf, was nicht geſchieht, wenn die Ventile genau paſſen.

Das auf dieſe Art bereitete Waſſer iſt ſchon ziemlich an Gas und Eiſen reichhaltig, aber es kann durch wiederholtes Schwängern noch reichhaltiger gemacht werden. Da ich keine Gelegenheit habe, dieſe Verſuche im Sommer in Eisgruben anſtellen zu können, ſo konnte ich meine Verſuche nicht fortſetzen, welches ich mit kommendem Winter zu thun denke. Da der Erfolg dieſer Operation von der dem Eispuncte nahen Temperatur abhängt, ſo zweifle ich nicht, daſs ſie auch mitten im Sommer in Eisgruben gelingen würde. Die Operation der Einſaugung muſs innerhalb 24, höchſtens 36 Stunden vor ſich gehen, oft eher, wenn das Waſſer die gehörige Güte bekommen ſoll; widrigen Falls füllen ſich die Flaſchen zwar auch ſpäter an, aber das Waſſer hat auch an ſeiner Güte verloren. Auch die beſten Ventile ſcheinen daher mit der Zeit durchzulaſſen, was bei einer geſchwinden Abſorbtion nicht zu geſchehen ſcheint. Oft füllen ſich aber die Flaſchen auch gar nicht, wenn ſich gleich zu gleicher Zeit andere gut füllen; und dies gehört nebſt andern zu den noch zweifelhaften Umſtänden, die ich künftig aufzuklären mich bemühen werde, und die ich nur vorläufig anzeigen wollte.

V.

BESCHREIBUNG
einer grossen electrischen Batterie von 550 Quadratfuss Belegung und einiger damit angestellter Versuche,

von

Herrn *D.* van Marum
in Haarlem. *)

Die hier zu beschreibende electrische Batterie, die auf der ersten Kupfertafel vorgestellt ist, besteht aus hundert Gläsern, wovon jedes etwa 12 Zoll im Durchmesser und 22½ bis 23 Zoll Höhe hat. Diese Gläser sind cylinderförmig bis zu ungefähr 4 Zoll unter ihrer Mündung, deren Weite etwa 5 Zoll ausmacht. Sie sind auf die gewöhnliche Art mit Stanniol belegt bis unge-

*) Seconde continuation des experiences faites par le moyen de la machine électrique Teylerienne, par *Martinus van Marum*, à Haarlem, 4, p 194 seq. Das Werk ist zugleich auch Holländisch abgedruckt, und hat den Titel: Tweede Vervoly der Proefneemingen gedaan met Teylers Electrizeer-Machine, door *Mart. van Marum.* te Haarlem 1795. 4. Die darin enthaltenen Aufsätze erschienen zum Theil einzeln, und ich habe verschiedene davon bereits im ältern und neuern *Journale der Physik* in der Uebersetzung mitgetheilt. *G.*

ſtr 4 Zoll unter den Oeffnungen, ſo daſs der belegte Theil dieſer Gläſer eine Höhe von 18½ bis 19 Zoll hat. Man kann alſo berechnen, daſs jedes Glas, (der belegte Boden mitgerechnet,) eine belegte Oberfläche von ungefähr 5½ Quadratfuſs hat; ſo daſs man das belegte Glas der ganzen Batterie auf 550 Quadratfuſs ſchätzen kann.

Die hundert Gläſer dieſer Batterie ſtehen in vier Kaſten von gleicher Gröſse; jeder Kaſten enthält fünf und zwanzig. Er iſt in 25 Fächer durch Verſchläge von der Dicke eines halben Zolls, die ſich einander durchkreuzen, getheilt, daſs alſo die Gläſer, die in dieſen Fächern ſich befinden, wenigſtens einen halben Zoll von einander entfernt ſind, damit, wenn etwa bei Ladung der Batterie ein Glas zerbrochen wird, durch die Exploſion nicht zugleich das nebenſtehende zerbrochen werde, welches ſehr oft geſchieht, wenn die Exploſion an einem Orte geſchieht, wo zwei Gläſer einander berühren.

Ich habe die fünf und zwanzig Gläſer eines jeden Kaſtens in eine ſolche Verbindung gebracht, daſs man gar leicht ein Glas herausnehmen und ein anderes an deſſen Stelle ſetzen kann, wenn etwa eins bei dem Gebrauche diieſer Batterie zerbricht. Zu dem End iſt auf das Glas, das ſich in der Mitten eines jeden Kaſtens befindet,

eine ſenkrechte Röhre angebracht, die an ihrem Ende mit einer Kugel von 6 Zoll im Durchmeſſer verſehen iſt. Dieſe Kugel hat 24 Löcher, in welche Röhren von einem Zoll im Durchmeſſer gehen, deren untere Enden in die Kugeln paſſen, die auf den andern Gläſern ſtehen. Dieſe Kugeln, deren Durchmeſſer 3 Zoll iſt, haben zu dem Ende Löcher von $\frac{1}{4}$ Zoll, und die Röhren ſind an ihren unterſten Enden mit Zapfen verſehen, welche in die Löcher paſſen. Dieſe Einrichtung der Batterie verſtattet, daſs man jedes Glas herausnehmen kann, ausgenommen das mittelſte, weil jedes Glas von dem andern abgeſondert iſt: denn man darf nur vorher die Röhre, welche über der Kugel eines Glaſes ſteht, wegnehmen, welches leicht geſchehen kann, wenn man ihr oberſtes Ende ſo weit in die obgenannte Kugel hineinbringt, daſs der Zapfen am untern Ende aus der Kugel des Glaſes herausgeht. [a])

a) Für diejenigen, die eine Batterie von groſsen Gläſern zu haben wünſchen, will ich die Art, wie ſich die Stangen in den Gläſern, worauf die Röhren liegen, haben befeſtigen laſſen, näher beſchreiben. Die hölzernen Deckel, womit man ſonſt die belegten Gläſer verſchloſs, wurden weggelaſſen, weil dieſe Deckel dem electriſchen Stoffe zu viel Gelegenheit gaben, ſich zu zerſtreuen, und dagegen kupferne Stangen auf hölzernen Fü-

Die vier Kaſten, in welche die hundert Glä- ſer der Batterie vertheilt ſind, ſind 5 Zoll von einander entfernt, damit man die Füſse dazwi- ſchen ſetzen könne, wenn man etwa ein zerbro- chenes Glas herausnehmen muſs. Die leitende Verbindung dieſer Batterien unter einander ge- ſchieht vermittelſt vier kupferner Röhren von zwei Zoll im Durchmeſſer, die in eine kupferne

ſsen, die auf den Boden der belegten Gläſer an- gekittet waren, vorgerichtet. Da aber dieſe Art, die Stangen feſt zu machen, für Gläſer von ſolcher Gröſse gar zu gefährlich iſt, ſo lieſs ich hölzerne Stäbe verfertigen, wie dergleichen *ab*, (*Fig.* 1, *Taf. II*;) vorſtellt. Jeder Stab iſt auf ein Bret von $4\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmeſſer befeſtigt, und ſein oberſtes Ende geht in eine kupferne Röhre *de*, worauf die Kugel *f* geſchraubt iſt. Vier Kupfer- drähte von $\frac{1}{2}$ Linie im Durchmeſſer, die den un- tern Theil dieſer Röhre berühren, gehen an die- ſem Stabe auf die Oberfläche von *c* herab, bis ſie den belegten Boden des Glaſes berühren. Jeder Stab iſt mit einem zirkelförmigen Brete *g* von $4\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmeſſer, am Ende der Röhre *d*, verſehen. Drei Stücke Holz, [illegible] Zoll dick, ſind an die untere Fläche dieſes Bretes durch lederne Riemen feſtgemacht, die anſtatt der Charniere dienen. Man ſieht zwei dieſer Stücke oder klei- nen Latten *hh*, (*Fig.* 2,) die an ledernen Rie- men *ii* hängen. An jeder kleinen Latte *h* iſt ein Ring *k* von Kupferdraht, der in ihrer horizonta- len Stellung durch eine Fuge in *g* hindurchgeht.

Kugel von 6 Zoll geschraubt sind, so dass sie e
Kreuz bilden. Die andern Enden dieser Röhr
sind mit dicken Kupferplatten versehen, welc
Löcher haben, durch die die Schrauben gehe
welche an die Enden der in der Mitte jeder B
terie befindlichen Röhren befestigt sind, und a
welche die grossen Kugeln von 12 Zoll im Durc
messer geschraubt werden.

Da dieser Ring alsdann ungefähr einen Viertelz
über die Oberfläche des Bretes *g* geht, so kann m
jede kleine Latte *h* in ihrer horizontalen Lage
durch befestigen, dass man einen kleinen Keil
diesen Ring steckt. Die Stücke Holz *hh* hal
genau eine solche Länge, dass, wenn sie horizon
ins Glas gestellt werden, sie alsdann beinahe
belegte Innere des Glases berühren. Um
oben erwähnten Stab in das Glas zu bringen
ihn festzumachen, lässt man die Stücke *hh*
ihren Charnieren herabhängen, nachdem n
vorher Schnüre an die Ringe *k k* angebra
hat, welche durch die Fugen des Bretes *g* geh
Wenn man den Stab in das Glas hineingebra
hat, so zieht man die Schnüre in die Höhe, bis
Stücke horizontal sind; und wenn man sie
dann durch die kleinen Keile befestigt hat, so s
der Stab senkrecht im Glase.

Damit das Bret *g* und die Holzstücke *hh* a
dazu dienen, bei Entladung der Batterie die e
trische Materie aus der obern Belegung des
ses zu leiten, so sind sie mit starker Zinnf
überzogen.

Die Batterie empfängt die electrische Materie dieser Maschine durch zwei horizontale Röhren, die eine Leitung zwischen den Kugeln mit den saugenden Armen und mit zweien von den grossen Kugeln der Batterie, welche der Maschine am nächsten sind, machen. Diese Röhren gehen nur in Löcher, die zu diesem Ende in die benannten Kugeln gemacht sind.

Um eine vollkommene Gemeinschaft zwischen den belegten äussern Seiten der Gläser hervorzubringen, sind die Boden der Kasten, auf welchen sie stehen, mit Blei überzogen, und die Verbindung dieser vier Boden geschieht durch eine bleierne Platte, die zwischen die beiden vordern und die beiden hintern Batterien angebracht ist. Diese Platte ist so breit, dass die Rollen der nächsten Ecken an allen vier Batterien darauf stehen; und da diese Rollen von Kupfer sind und ihre eisernen Zapfen die bleiernen Boden berühren, so ist auch eine vollkommene leitende Verbindung zwischen allen den bleiernen Boden, worauf die Gläser stehen.

Um diese Batterie entladen zu können, ohne eine Seitenexplosion befürchten zu dürfen, bediene ich mich des Apparats, den man zur Seite der Batterie abgebildet sieht. Eine kupferne Kugel von 6 Zoll ist auf einer gläsernen Säule isolirt,

und über dieser Kugel befindet sich eine lange kupferne Röhre, die durch ein Charnier damit verbunden ist. Diese Röhre wird durch eine seidene Schnur, die über eine Rolle geht, in der schiefen Richtung erhalten, wie es auf dem Kupfer vorgestellt ist. Am Ende dieser Röhre ist eine kupferne Kugel von 6 Zoll im Durchmesser, welche auf die Kugel in der Mitte der Batterie fällt, wenn man die Röhre herunterläfst. Die Batterie wird nun entladen, wenn man, nachdem man durch einen starken kupfernen Draht, (man sehe das Kupfer,) oder durch irgend einen andern Leiter eine Gemeinschaft zwischen der Kugel, die auf dem gläsernen Träger steht, und dem Ende der oben erwähnten bleiernen Platte, die unter der Batterie ist, hervorgebracht hat, alsdann die obgenannte Röhre so weit herabläfst, bis ihre Kugel die Kugel in der Mitte der Batterie berührt. Weil man die Röhre, welche die Entladung leitet, durch eine seidene Schnur lenken kann, so hat man nichts von ihren Wirkungen zu befürchten.

Wenn man einen Gegenstand der Entladung dieser Batterie aussetzen will, so stellt man ihn so, dafs er an einer Seite die Communicationsplatte unter der Batterie berührt, und auf der andern Seite setzt man ihn mit dem untern Ende des di-

den kupfernen Drahts, den man am Ende der bleiernen Platte auf der Kupfertafel sieht, in Berührung.

Auf den beiden grofsen vordern Kugeln dieser Batterie sieht man zwei Electrometer. Das zur rechten Seite ist nach der Erfindung des Herrn Brook von Herrn Adams in London verfertigt. b). Das andere Electrometer, von Herrn Cuthbertson gemacht, ist Fig. 3, Taf. II, genauer vorgestellt. Die kleine Kugel von Kork *a*, die an einem sehr dünnen Spiefse von Elfenbein *bcd* sich befindet, wird durch die kupferne Röhre *ee* abgestofsen; und weil der dünne elfenbeinerne Spiess *bcd* um eine Achse bei *c* beweglich ist, so wird der Repulsionswinkel der kleinen Kugel durch ihr Ende *d* auf der Scale *fg* angezeigt. Weil dieses Electrometer beweglicher ist, so ist es dazu bestimmt, die Grade der erlangten Kraft anzuzeigen, wenn man anfängt, die Batterie zu laden; es zeigt auch den Ueberrest der Ladung an, wenn dieser von Erheblichkeit ist.

Das andere Electrometer, nach Brook, zeigt nicht so schnell die Ladung der Batterie an; aber

b) *A. Brook* Miscellaneous experiments, Xorwich 1789. *G. Adams* Essay on Electricity, Lond. 1784, Pag. 504, Fig. 96.

ſeine Anzeige iſt genauer, wenn man die Batterie ſtark ladet.

Wenn ich Experimente anſtellte, die eine abgemeſſene Kraft erforderten, ſo bediente ich mich vorzüglich dieſes Electrometers, weil die Repulſionen zwiſchen den beiden Kugeln deſſelben, welche einen Zoll im Durchmeſſer haben, durch die Anzahl der Grane angezeigt werden, die ihnen das Gleichgewicht halten, und weil es folglich am beſten eingerichtet iſt, um in jedem Falle die Stärke oder den Grad der Ladung anzuzeigen und dieſen mit demjenigen der andern Batterie zu vergleichen.

Die kupfernen Röhren, auf welchen dieſe Electrometer ſtehen, haben unten Charniere, die in Kugeln beſtehen, von welchen jede feſt in ihre kupferne Kapſel eingeſchloſſen iſt. Vermittelſt dieſer Charniere iſt es leicht, die Electrometer perpendiculär zu ſtellen.

Ich fing die Verſuche mit dieſer Batterie im März 1790 damit an, daſs ich zuerſt verſuchte: wie ſtark ſie geladen werden könne; wie hoch das Electrometer ſtünde, wenn ſie im höchſten Grade geladen wäre; und wie viele Umläufe der Scheiben bei günſtigem Wetter erfordert würden. Weil der Wind vierzehn Tage hindurch

gen Osten kam, so war die Luft sehr trocken und folglich sehr günstig.

Ich liess zur Erreichung meines Zwecks die Scheiben so lange drehen, bis die Batterie sich von selbst entladete, welches gerade bei dem hundertsten Umlaufe der Scheiben geschah. Das Electrometer von Brook zeigte damals auf 24 Gran. Das Glas, durch welches die Batterie sich entladen hatte, (die Entladung geschah über dem nicht belegten Rande,) war zugleich an der Seite der Stelle, durch welche die Entladung gegangen war, durchlöchert.

Um zu versuchen, ob die Gläser dieser Batterie bis zu eben demselben Grade geladen gewesen waren, als die der vorigen Batterie, ehe sie sich entladete; so bediente ich mich von dem nämlichen Eisendrahte $\frac{1}{50}$ Zoll im Durchmesser, der unter No. 1 im Handel und Wandel bekannt ist, und wovon ich niemals mehr als 10 Zoll bei der Entladung der vorigen Batterie von 225 Quadratfuss schmelzen konnte. Ich nahm ein solches Maass davon, dass es zu der Grösse dieser Batterie sich eben so verhielt, als die 10 Zoll zu der vorigen Batterie, das heisst, zu $24\frac{1}{2}$ Zoll. Ich liess die Scheiben so lange drehen, bis das Electrometer von Brook auf $24\frac{1}{2}$ Gran stand, welches nach der 98sten Umdrehung der Scheiben ge-

schah; bei Entladung der Batterie war nun der oben erwähnte Draht seiner ganzen Länge nach geschmolzen, und die kleinen glühenden Kügelchen desselben wurden weit und breit zerstreuet. Dieses Umherstreuen des geschmolzenen Eisens war ein Zeichen, daſs ein längerer Draht von dieser Dicke durch eine solche Ladung der Batterie geschmolzen werden könne. Ein andermal schmolz ich mit gleicher Ladung 25 Zoll von eben diesem Eisendrahte. Als ich den Versuch wiederholte, um einen längern Draht von dieser Dicke zu schmelzen, und jetzt die Batterie ½ Grad höher geladen hatte; so ging sie von selbst los, und ein Glas wurde nahe über dem Boden durchbohrt. Nach diesem Versuche hielt ich es für unnöthig, noch mehrere Gläser zu wagen, um zu prüfen, wie viel Eisendraht durch die Ladung der Batterie geschmolzen werden könne, weil die angeführten Experimente hinreichend zeigten, daſs die Kraft der Ladung dieser Batterie selbst die vorige merklich übertrifft.

Ich habe dieses Experiment und einige andere die nachfolgenden Tage mehrere Male in Gegenwart der Herren Directoren und Mitglieder der Teylerschen Stiftung und vieler Liebhaber wiederholt, wobei ich jedesmal, durch weniger als hundert Umdrehungen der Scheiben,

n d[illegible]tterie so stark geladen hatte, dass 24½ Zoll n[illegible]raht von 1/40 Zoll im Durchmesser geschmol- [illegible] wurden.

Den 6ten eben desselben Monats, als das [illegible]er der Electricität sehr günstig war, lud ich [illegible]mal, im Beiseyn vieler oben benannten Personen, die Batterie durch 90 Umdrehungen der Scheiben so stark, dass das Electrometer von Brook 25 Gran anzeigte, und dass 24½ Zoll von eben dem Eisendrahte zerschmolz und als kleine glühende Kügelchen zerstreuet wurde.

Die volle Ladung dieser grossen Batterie mit so wenigen Umdrehungen der Scheiben ist ein deutlicher Beweis der gegenwärtigen Kraft dieser Maschine. Wenn man die Anzahl der Umdrehungen der Scheiben, welche nothwendig waren, um die vorige Batterie etwa eben so stark zu laden, vergleicht; so kann man daraus schliessen, wie weit die gegenwärtige Kraft dieser Maschine diejenige übertrifft, die sie in ihrem vorigen Zustande hatte. Da die vorhergehende Batterie, die 225 Quadratfuss von belegtem Glase enthielt, ohne wenigstens 160 Umdrehungen der Scheiben nicht gänzlich geladen wurde; so kann man berechnen, dass nach dem Verhältnisse der Grösse dieser Batterie 357 Umdrehungen der Scheiben zur völligen Ladung dieser Bat-

terie unter gleichen Umständen nothwendig gewesen seyn würden, wenn nämlich die Maschine eben dieselbe Kraft hatte, die sie in ihrem besten vorigen Zustande besass. Nun hat man aber diese Batterie bis zum höchsten Grade bei weniger als 100, und sogar bei 90 Umdrehungen der Scheiben sich laden sehen.

Ehe man aus diesem Versuche folgern kann, um wie viel die gegenwärtige Kraft dieser Maschine ihre vorige Kraft übertrifft, wenn man sich derselben zur Ladung grosser Batterien bedient, muss man erwägen, dass es unmöglich ist, diese Batterie in eine so vortheilhafte Stellung als die vorhergehende zu bringen, so dass sie sich von selbst auf das schnelleste entlade. Die vorhergehende Batterie von 225 Fuss ging niemals bei 160 Umdrehungen der Scheiben von selbst los, wenn man sie nicht vorher in die Sonne gestellt hatte; denn zwei oder drei Stunden nachher entlud sie sich erst, selbst bei dem günstigsten Wetter, nach 200 oder mehrern Umdrehungen der Scheiben. Da nun aber die gegenwärtige Batterie wegen ihrer Grösse und ihrer verschiedenen Einrichtung nicht in die Sonne gesetzt werden kann; so muss man auch die Ladung derselben mit solchen Ladungen der vorhergehenden Batterie vergleichen, welche wenigstens zwei

oder

... drei Stunden nachher, als sie durch die Sonnenstrahlen erwärmt worden war, geschahen. Die Ladungen der Batterie von 225 Fuſs erforderten immer wenigstens 200 Umdrehungen c) der Scheiben, und man kann daraus schlieſsen, daſs die gegenwärtige Batterie von 550 Fuſs we-

c) Als ich mit der ehemaligen Batterie kurz nachher, als sie in der Sonne gestanden hatte, Versuche machte, zweifelte ich nicht, daſs sie aufs stärkste geladen wäre, weil sie sich nicht nur von selbst über dem unbelegten Rande eines der Gläser entlud, sondern weil auch bisweilen ein Glas durch eine solche Entladung durchlöchert wurde. Doch habe ich die gröſste Wirkung dieser Batterie nie eher, als zwei oder drei Stunden nachher, als sie durch die Sonnenstrahlen erwärmt worden war, erhalten; denn es erhellet aus dem Tagebuche meiner Versuche, daſs die Schmelzung von 10 Zoll Eisendraht von $\frac{1}{40}$ Zoll im Durchmesser niemals eher als einige Stunden nachher gelang, nachdem die Batterie in die Sonne gesetzt worden war, und nachdem man 200 oder mehr Umdrehungen der Scheiben angewandt hatte, um die Batterie so stark als nur möglich zu laden. Den Grund dieser Verschiedenheit sah ich nicht eher ein, als bis die Beobachtungen des Herrn Brook, (*Miscellaneous experiments and remarks on Electricity, Norwich 1789,*) mir in diesem Stücke Aufschluſs gaben. Er erzählt, er habe beobachtet, „daſs, „wenn ein belegtes Glas erwärmt würde, damit „es recht trocken und rein sey, es sich alsdann von „selbst weit leichter entlade: daſs es also", (wie

nigstens 500 Umdrehungen der Scheiben zu einer vollkommenen Ladung erfordert haben würde, wenn die Maschine die nämliche Kraft hätte, die sie in ihrem vorigen Zustande besaſs. Da nun aber die Batterie durch 90 Umdrehungen der Scheiben gänzlich geladen wird, so übertrifft die

er sagt,) „ganz offenbar ist, daſs das Glas, wenn „es ganz trocken und rein ist, keine so starke „Ladung annehmen kann, als es sonst anzunehmen vermögend ist." Er untersuchte hierauf diesen Unterschied mit seinem Electrometer, und fand, daſs die Ladung des recht trockenen und gereinigten Glases, zu der eben desselben Glases, wenn es weniger trocken und gereinigt war, sich wie 15 zu 24 verhielt. Nachher hat er einen noch gröſsern Unterschied in dieser Rücksicht bemerkt.

Bei Lesung dieser Beobachtungen des Herrn Brook erinnerte ich mich auch, daſs das Electrometer, das auf der vorigen Batterie stand, kurz nachher, nachdem sie durch die Sonnenstrahlen erwärmt worden war, nie zu einem so hohen Grade stieg, als einige Stunden hernach; und beim Nachsehen des Tagebuchs meiner Experimente vom Jahre 1786 und 1787 habe ich gefunden, daſs die Batterie sich damals beim Anfange meiner Versuche kurz nachher, als sie in die Sonne gesetzt war, sich entlud, als das Electrometer auf 18 oder 19 Grad stand, daſs aber einige Stunden später das nämliche Electrometer auf 23, 24 oder 25 Grade stieg, ehe die Batterie von selbst losging. Damals glaubte ich, daſs dieser Unter-

...wärtige Kraft der Maschine, um grosse Bat... schnell zu laden, diejenige, welche sie vor... hatte, wenigstens *fünfmal*.

...Wenn ich diese Berechnung bloss auf die An... der Umdrehungen der Scheibe gründen ..., welche zur Ladung der erwähnten Batte...

...

...schied, den das Electrometer angab, von der Veränderung der Luft herkäme, in der diese Versuche gemacht wurden; denn ich fing sie gemeiniglich um 11 Uhr des Morgens an, als der Saal, in welchem die Batterie stand, von den Sonnenstrahlen erhellet, und die Luft also trockner war, als des Nachmittags oder gegen Abend, da das Hygrometer gemeiniglich anzeigte, dass die Feuchtigkeit der Luft um einige Grade zugenommen hatte. Der Gang des Electrometers schien mir also mit der Feuchtigkeit der Luft im Saale in Verhältniss zu stehen. Da dies zu andern Beobachtungen hinzukam, die mich in eben der Meinung bestätigten, so schrieb ich das höchste Steigen des Electrometers des Nachmittags oder gegen Abend der vermehrten Feuchtigkeit der Luft zu, und dieser Irrthum verhinderte mich, zu bemerken, dass die Batterie wirklich stärker geladen war. Ich wiederholte auch nicht oft genug die Experimente, welche eine abgemessene Kraft erfordern, in den verschiedenen Zeiten des Tages, als dass ich die Verschiedenheit der Ladungen der Batterie nach der Verschiedenheit ihrer Wirkung hätte entdecken können, und blieb also in dem Irrthume, bis mir die Beobachtungen des Herrn Brook in diesem Stücke Licht gaben.

rien nöthig waren, ehe sie sich selbst entluden, so könnte man mir den Einwurf machen, dass man die Batterien zu verschiedenen Zeiten sich entladen sehe, wenn das Electrometer sehr verschiedene Grade der Stärke anzeigt, und dass man also keine solche Vergleichung darauf bauen könne. Aber aus dem, was ich eben gesagt habe, ergiebt sich, dass die Ladungen der Batterien, die ich verglichen habe, solche sind, welche Eisendraht von gleicher Dicke in Längen geschmolzen haben, die den verschiedenen Quantitäten des belegten Glases angemessen waren. Nun ist aber diese Art, die Kraft der Entladungen der Batterien, die im höchsten Grade geladen sind, zu prüfen, bekanntlich die beste Probe, um anzuzeigen, ob die Batterien von verschiedenen Grössen wirklich gleich stark geladen worden sind. d)

Ich bin jedoch weit entfernt, die berechnete Zunahme der Kraft dieser Maschine der bessern Einrichtung ihrer Reiber zuzuschreiben. Schon in

d) Ich habe dieses Experiment mit dem Schmelzen des Eisendrahts vorgezogen, ohne mich bloss auf die Anzeige des Electrometers von Brook zu verlassen, um jedem Einwurfe vorzubeugen, den man etwa von der Verschiedenheit der Stellung dieses Electrometers auf den beiden Batterien hernehmen könnte.

der ersten Ankündigung, die ich davon in einem Briefe an Herrn Landriani gab, welcher in das Pariser Journal de Physique vom Februar 1788 eingerückt ist, *) habe ich gezeigt, daſs das Amalgama des Herrn Kienmayer, welches zu diesen Reibern gebraucht wird, überhaupt die Kraft der electrischen Reiber beträchtlich vermehrt; und daſs nach der Berechnung des Herrn Kienmayer selbst, der die Vermehrung der Wirkung dieser Reiber auf ⅔ schätzt, man berechnen kann, daſs die Maschine in ihrem ersten Zustande beim Gebrauche dieses Amalgama's die Batterie durch 300, statt 500 Umdrehungen der Scheiben würde haben laden können. Da nun aber jetzt die Batterie durch eine viel geringere Anzahl von Umdrehungen der Scheiben, als 300, geladen wird; so muſs man Alles, was man gewonnen hat, um die Batterie durch weniger als 300 Umdrehungen der Scheiben zu laden, meiner Meinung nach, der bessern Einrichtung der Reiber und der verbesserten Art, sie anzubringen, zuschreiben.

Ich will noch einige Versuche und Beobachtungen hinzufügen, welche die grosse Kraft bei Entladung dieser Batterie zeigen.

*) Man sehe auch *Journal der Physik*, B. 1. S. . . .

Eiſendraht von No. 16, der im Durchmeſſer $\frac{1}{240}$ Zoll hat, und wovon ich eine Länge von 100 Fuſs nahm, ſchmolz durch eine Ladung von 24 Grad. An einem andern Tage ſchmolz ich davon 104 Fuſs, und der ganze Draht zerſchmetterte in kleine glühende Kügelchen. Wahrſcheinlicher Weiſe hätte ich noch längere Drähte ſchmelzen können; aber ich hielt dieſen Verſuch nicht für wichtig genug, um mehr Zeit darauf zu verwenden, und vielleicht noch einige Gläſer einzubüſsen, wenn ich den höchſten Grad der Ladung der Batterie hätte anwenden wollen. Eiſendraht von No. 11, in der Dicke $\frac{1}{150}$ Zoll, wird ſehr leicht in einer Länge von 60 Fuſs durch eine Ladung von 24 Grad geſchmolzen. Als ich die Wirkung einer Ladung von $24\frac{1}{2}$ Grad auf 36 Zoll Eiſendraht von No. 1 verſuchte, ſo bemerkte ich, daſs er in ſeiner ganzen Länge glühte, ſo daſs die Hälfte davon ganz blau wurde, der übrige Theil aber ſchien an ſeiner Oberfläche ſchwach verkalkt zu ſeyn. Bei dieſem Experimente ſah ich ein Phänomen, das ich noch nie vorher beobachtet hatte. In dem Augenblicke der Entladung nämlich war der Draht, ſo lang als er war, mit einem ſo ſtarken Lichte umgeben, daſs man es ſehr deutlich wahrnehmen konnte, ob ich gleich den Verſuch beim Tages-

[illegible] anſtellte. Als ich ihn gegen Abend wieder-
holte, ſo ſchien das ſehr lebhafte Licht, welches
dieſen Draht in dem Augenblicke, als die Entla-
dung durchging, umgab, mehr als einen Zoll
im Durchmeſſer zu haben. Der Schlag der Ent-
ladung war auch bei dieſem Experimente ſtärker
als alle diejenigen, welche ich vorher gehört
hatte.

Wenn die Entladung über ſcharfe Ränder von
Quarz geleitet wird; ſo kann man ſehr deutlich
ſehen, daſs dieſe Ränder abgerundet werden, und
daſs der Quarz einige Schmelzung erleidet.

Der Rückſtand von der Ladung, der nach ge-
ſchehener Entladung der Batterie noch vorhan-
den iſt, iſt bisweilen ſehr beträchtlich, vorzüglich,
wenn die Entladung durch ſehr dünnen Metall-
draht geleitet ward, um zu finden, was für eine
Länge von Draht durch dieſe Batterie geſchmol-
zen werden konnte. Ich verſuchte es mit einem
ſolchen Rückſtande drei bis vier Minuten nach
der Entladung, und er ſchmolz noch ſechs Fuſs
von dem Eiſendrahte No. 16; ich zweifle nicht,
daſs ich mit einem ſolchen Reſte einen viel län-
gern Draht von dieſer Dicke hätte ſchmelzen kön-
nen, wenn ich es der Mühe werth geachtet hätte,
dieſes Experiment noch weiter fortzuſetzen.

VI.

FORTGESETZTE VERSUCHE
über
den Einfluſs der Electricität auf den Puls und die unmerkliche Ausdünſtung,
vom

Herrn D. van Marum
in Haarlem. *)

I.

Die Verſuche, welche ich im Jahre 1785 mit Beihülfe mehrerer Aerzte über den Einfluſs der electriſchen Kraft der Teylerſchen Maſchine auf den Puls von 13 Perſonen beiderlei Geſchlechts und von verſchiedenem Alter anſtellte, zeigten, daſs eine ſo groſse Kraft, ſie mag poſitiv oder negativ ſeyn, als die von unſrer Maſchine iſt, keine merkliche Wirkung auf den Puls irgend einer dieſer 13 Perſonen hatte. Ich vermuthete, daſs dieſe Erfahrungen, die ich in eben demſelben Jahre nebſt der Beſchreibung unſrer Maſchine bekannt machte, die ganze Hypotheſe: daſs die Electricität den Umlauf des Blutes gemeiniglich beſchleunige; über den Haufen werfen,

*) Ebendaſ., S. 50 ff.

daſs man mir die aus dieſen Erfahrungen ge- zogene Folgerung durchgängig zugeben würde, daſs, wenn man nämlich eine merkliche Beschleunigung an dem Pulſe einer electriſirten Perſon beobachtet hat, ſie in den meiſten Fällen ihren Grund in der Furcht der electriſirten Perſon gehabt habe." Ich hatte die Beiſtimmung ſchon um ſo mehr erwartet, da ich faſt die Hälfte dieſer Erfahrungen mit Perſonen gemacht habe, die vorher die Beſchleunigung des Pulſes durch die Electricität behauptet, und ſogar eine ausführliche Erzählung einiger Experimente geliefert hatten, welche für dieſes Syſtem ſehr entſcheidend zu ſeyn ſchienen, von denen man alſo vermuthen konnte, daſs ſie erſt nach der ſtrengſten Prüfung den Reſultaten dieſer Erfahrungen, die von den ihrigen ſo ſehr verſchieden waren, ihre Beiſtimmung geben würden.

Ich finde indeſſen, daſs dasjenige, was meine Erfahrungen angaben, von einigen Electrikern, hauptſächlich von ſolchen, die das Syſtem von der Beſchleunigung des Pulſes angenommen hatten, als ſehr wenig entſcheidend angeſehen wird, und daſs man die Anzahl der Perſonen, mit denen ich meine Experimente vorgenommen habe, für zu klein hält, als daſs ſich die oben erwähnte Folge gültig daraus ziehen lieſse. Dieſe Zweifel

den: allein man hat dieſes bei Herausgabe der Abhandlung nicht erwähnt; daher ſind mehrere Leſer derſelben, die auf die Zeit, in der ſie mitgetheilt wurde, nicht Rückſicht nahmen, zu der irrigen Meinung veranlaſst, daſs die Verſuche, welche ich mit dieſen Gelehrten im Jahre 1785 anſtellte, durch ihre ſpätern Erfahrungen widerlegt worden wären.

Da alſo die von mir bekannt gemachten Verſuche, von jener Zeit an, als ſehr wenig entſcheidend angeſehen wurden, ſo hielt ich es für meine Pflicht, ſie mit mehrern andern Perſonen zu wiederholen, da der Medicinal-Gebrauch, den man in einigen Fällen von der Electricität macht, mich glauben läſst, daſs es in dieſer Rückſicht von Nutzen ſeyn könnte, zu wiſſen: ob man mit einigem Grunde von der Electricität die Beſchleunigung des Blutumlaufes erwarten könne, oder ob die Beſchleunigung des Pulſes, den man bei einigen electriſirten Perſonen wahrnimmt, wahrſcheinlicher Weiſe nur die Wirkung der Furcht oder einer andern zufälligen Urſache ſey. Deswegen erſuchte ich den Herrn Dr. N. C. de Fremery und Herrn Chirurgus J. Kragtingh, mich bei dieſen Verſuchen zu unterſtützen. Folgende Tafel zeigt das Reſultat an:

		Vor dem Verſuch	Am poſitiven Conductor.	Am negativen Conductor.
…r Puls von G. Jongeling	1 Min.	72	74	73
	2 —	73	74	76
	3 —	71	76	72
	4 —	73	74	73
…r Puls von J. Tirion	1 Min.	75	83	78
	2 —	75	86	80
	3 —	76	82	83
	4 —	78	80	80
…r Puls von A. Broeſe	1 Min.	101	106	106
	2 —	102	105	104
	3 —	106	107	104
	4 —	102	105	106
…r Puls von J. de Witt	1 Min.	134	122	128
	2 —	123	118	126
	3 —	127	123	124
	4 —	127	114	125

		Vor der Electriſirung.	Bei der poſitiv. Electriſirung.	Bei der negativ. Electriſirung.
…r Puls von A. van Leuwen	1 Min.	79	79	80
	2 —	79	83	84
	3 —	81	84	84
	4 —	85	84	85
…er Puls von H. Caſpers	1 Min.	85	85	87
	2 —	85	88	90
	3 —	85	89	90
	4 —	88	86	89
…er Puls von C. Aſſelbergh	1 Min.	80	83	84
	2 —	81	87	85
	3 —	83	84	83
	4 —	83	85	86

		Vor der Electrisirung.	Bei der positiv. Electrisirung.	Bei der negativ. Electrisirung.
Der Puls von J. Perez	1 Min.	89	91	92
	2 —	94	89	9[illegible]
	3 —	94	95	92
	4 —	93	92	91
Der Puls eines Knaben von acht Jahren	1 Min.	93	93	94
	2 —	97	100	101
	3 —	99	99	98
	4 —	98	101	103
Der Puls von N. C. de Fremery	1 Min.	85	88	89
	2 —	88	89	99
	3 —	85	93	92
	4 —	88	88	92
Der Puls von J. Kragtingh	1 Min.	94	96	100
	2 —	93	99	99
	3 —	96	98	99
	4 —	99	99	100

Diese Versuche [b]) zeigen, wie die vorherge-
henden, daß in dem Pulse einiger Personen eine

b) Wir haben diese Versuche ganz auf eben die Art gemacht, als diejenigen, die ich vorher mit den Herren Deiman und van Troostwyk angestellt habe, da sich diese Herren auf eben denselben Isolirstuhl, dem zur Seite setzten, dessen Puls sie fühlen wollten.

Die Personen, deren Puls wir beobachtet haben, waren gröſstentheils an die Wirkungen der Electricität gewöhnt, theils wegen ihrer eignen Experimente, theils, weil sie denselben oft beigewohnt hatten. Wir hatten sie zu diesen Expe-

merkliche Unregelmäſsigkeit Statt findet, daſs die Anzahl der Schläge bey keiner von dieſen Perſonen in allen Minuten diejenige überſteigt, die man vor dem Electriſiren bei derſelben beobachtete.

Der Verſuch mit dem Pulſe des Herrn Ti... ſcheint dem Syſteme von der Beſchleunigung des Pulſes durch die Electricität am meiſten zu entſprechen: man ſieht aber doch, daſs die Anzahl der Pulsſchläge dieſes Herrn vor der Electriſirung in der letzten Minute der Beobachtung und in der erſten Minute der negativen Electriſirung vollkommen übereinſtimmt, indem ſie in beiden Fällen 78 ausmacht; und daſs der Puls in der Hälfte der Zeit der Electriſirung, ſowohl der poſitiven als der negativen, ſchlug, welches nur einen Unterſchied von zwei Pulsſchlägen ausmacht. Dieſer Unterſchied iſt in der That zu geringe, um daraus den Schluſs zu machen, daſs die Electricität in dieſem Falle den Puls wirklich beſchleunigt habe. Uebrigens zeigt dieſe Tafel, daſs der Unterſchied, den man in einigen Fällen zwiſchen den Pulsſchlägen einer electriſirten und nicht electriſirten Perſon bemerkt hat, gar nicht

rimenten mit Fleiſs gewählt, damit wir nicht etwa durch die Wirkung der Furcht auf den Umlauf des Geblüts getäuſcht werden möchten.

den Unterschied übersteigt, den man bisweilen in wenig Minuten an dem Pulse einer nicht electrisirten Person wahrnimmt.

II.

Die Vermehrung der unmerklichen Ausdünstung bei einer electrisirten Person ist von vielen Electrikern als eine beständige Wirkung der mitgetheilten Electricität angesehen worden, und man hält sie durch Erfahrung für bewiesen, weil man oft die Beförderung des Schweisses während des Medicinal-Gebrauchs der Electricität oder nach demselben, sowohl durch Mittheilung als durch Erschütterungsfunken, beobachtet hat. Seit meinen ersten Versuchen über die Beschleunigung des Pulses durch die Electricität fing ich schon an zu zweifeln, ob der Schweiss, den man bei electrisirten Personen beobachtet hat, nicht etwa oft mehr die Wirkung der Furcht als der Electricität gewesen sey. Deswegen wünschte ich mit unsrer Maschine in dieser Hinsicht genauere Versuche anzustellen.

Ich nahm daher eine sehr genaue Wage, und isolirte die eine Schale derselben vermittelst seidener Schnüre. Ich stellte einen achtjährigen Knaben hinein, brachte ihn mit dem Conductor in leitende Verbindung, und die Wage ins Gleichgewicht.

wicht. Nun beobachtete ich das durch die merkliche Ausdünſtung in einer halben Stunde verlorne Gewicht des Knaben vor dem Electriſiren; dieſer Verluſt betrug 280 Gran. Die Maſchine wurde hierauf in Bewegung geſetzt, und ich ließ ihn eine halbe Stunde electriſiren. Sein Verluſt war jetzt 295 Gran. Ich wiederholte das Experiment an einem andern Tage; der Knabe verlor durch die Ausdünſtung vor dem Electriſiren 330 Gran am Gewichte in einer halben Stunde, und in einem gleichen Zeitraume 310 Gran, als er electriſirt wurde.

Ich bat den Herrn v. Fremery, dieſe Verſuche mit mir an andern Perſonen zu wiederholen. Wir verfuhren dabei auf eben die Art, und unterſuchten in allen Fällen das in einer halben Stunde durch die Ausdünſtung verloren gegangene Gewicht.

Ein Mädchen von ungefähr 7 Jahren, das nahe 49 Pfund wog, verlor vor dem Electriſiren 180 Gran, und während der Electriſirung 165 Gran. Ein Knabe, (ich will ihn A nennen,) von ungefähr 8½ Jahr, der beinahe 57 Pfund wog, verlor unelectriſirt 430 Gran, und electriſirt 290 Gran. Ein anderer Knabe, B, von 9 Jahren, 53 Pfund ſchwer, verlor unelectriſirt 170, und electriſirt 240 Gran.

Wir hielten die Vermehrung der Ausdünstung des Knaben A*) für die Wirkung der Furcht, welche wir gleich beim Anfange des Experiments zu bemerken glaubten; die vermehrte Ausdünstung aber von B während der Electrisirung liefs uns zweifeln, ob diese Vermehrung die Wirkung der Electricität selbst sey, und zwar um so mehr, da dieser Knabe während des Versuchs ganz ruhig zu seyn schien. Aus dieser Ursache entschlossen wir uns, den Versuch zu wiederholen. Wir thaten es an einem andern Tage. Das Thermometer stand damals im Saale 72° und in freier Luft 78° Fahrenh. Der Knabe B verlor erst unelectrisirt 550, und hernach electrisirt 390 Gran. Wir schrieben diese Verminderung der Ausdünstung einer Erkältung des Knaben während des Experiments zu, und untersuchten daher von neuem seine Ausdünstung, ohne Electrisirung. Sie betrug 330; und als er zum zweiten Male electrisirt wurde, 270 Gran. Herr Kragtingh war auch bei diesem Versuche zugegen.

Wir wiederholten auch den Versuch mit dem Knaben B, nachdem er ungefähr 1½ Stunde in dem Saale gewesen war und also schon die Ver-

*) So heifst es im Original; eine der vorigen Zahlen mufs also unrichtig seyn, wie sich das auch durch die Folge bestätigt. G.

minderung der Ausdünstung erlitten hatte, welche der Unterschied der Temperatur im Saale verursachen konnte. Seine Ausdünstung war, als er nicht electrisirt wurde, 530, und electrisirt 420 Gran.

Diese Versuche scheinen grösstentheils mehr eine Verringerung als eine Vermehrung der unmerklichen Ausdünstung anzuzeigen. Nur in zwey Fällen war die Ausdünstung vermehrt, in allen andern aber war sie merklich vermindert. Diese Verschiedenheit der Ausdünstung bei electrisirten und unelectrisirten Personen scheint uns, wie man aus diesen Versuchen sieht, lediglich dieselbe zu seyn, die von Natur bey dieser thierischen Function Statt hat.

VII.

VERSUCHE,

welche beweisen, daſs die Kohle Waſ-ſerſtoff enthält,

von

Herrn D. van Marum
in Haarlem. *)

Herr Landriani, der mich am 10ten November 1788 beſuchte, ſchlug mir unter andern Experimenten, die ich mit unſrer Electriſirmaſchine machen möchte, auch die folgenden vor. Da er nicht überzeugt war, daſs die Kohle von allem Waſſerſtoffe frei wäre, und folglich zweifelte, ob man ſie als eine einfache Subſtanz anſehen könne, ſo veranlaſste er mich, einige Verſuche anzuſtellen, damit kein Zweifel über dieſen wichtigen Punct der neuen chemiſchen Theorie übrig bliebe. Als wir über den Verſuch des Herrn Lavoiſier, über das Verbrennen der Kohle in der Lebensluft, nachdachten, wurden wir zwar davon überzeugt, daſs dieſes beweiſe, daſs die Bildung der Kohlenſäure einer Subſtanz zuzuſchreiben iſt, die von der Kohle herrührt und mit der Lebensluft vereinigt wird: aber wir waren

*) Eben daſ., S. 138 ff.

keineswegges überzeugt, daſs dieſes Experiment beweiſe, daſs die Kohle keinen Waſſerſtoff enthalte, ſo lange man nicht darthue, daſs das kohlenſaure Gas, welches aus der Verbrennung der Kohle in der Lebensluft entſteht, kein Waſſer enthält; und daſs es folglich von demjenigen verſchieden iſt, das man auf andere Art erhält, und das nach den Verſuchen des D. Prieſtley mehr als die Hälfte ſeines Gewichts an Waſſer enthält. Weder Herr Lavoiſier noch irgend ein anderer Antiphlogiſtiker hat durch ein Experiment deutlich erwieſen, daſs die fixe Luft oder Kohlenſäure, die durch das Verbrennen der Kohle in der Lebensluft hervorgebracht wird, gänzlich ohne Feuchtigkeit ſey. Es war daher wichtig, ſich durch entſcheidende Experimente davon zu verſichern. Herr Landriani ſchlug mir in dieſer Abſicht vor, daſs er mit mir, vermittelſt unſrer Maſchine, das Experiment des Herrn Monge wiederholen wollte, wodurch dieſer Naturkundige bewieſen hat, daſs das Waſſer, welches in der fixen Luft oder gemeinen Kohlenſäure enthalten iſt, aufgelöſet werden kann, wenn man es in einer gläſernen Röhre durch electriſche Strahlen electriſirt. Um dieſe Operation mit eben der fixen Luft oder Kohlenſäure vorzunehmen, die Herr Lavoiſier bei ſeinem Experimente gehabt hat

te, schlug mir Herr Landriani vor, diese vermittelst des Feuers aus einer Mischung von sehr trockener und entlufteter Kohle und wohl erhitztem rothen Quecksilber-Präcipitat zu bereiten. Wir fingen dieses Experiment den 24sten November an. Um nun von diesen gebrauchten Materialien alle Feuchtigkeit abzusondern, haben wir unmittelbar vor dem Experimente, (Revivification,) viele Minuten hindurch, die gestossene Kohle glühend gemacht, und das Glas, in welches wir die erzeugte Kohlensäure sammelten, wohl erwärmt, und wir haben auch nicht unterlassen, das Quecksilber, dessen wir uns bei diesen Experimenten bedienten, bis zum Sieden zu erhitzen. Bei aller dieser angewandten Vorsicht zweifelten wir nun gar nicht, trockene Kohlensäure zu bekommen, wenn nicht etwa während der Operation, (Revivification,) Wasser hervorgebracht würde.

Um versichert zu seyn, ob wirklich die Kohlensäure, welche wir durch dieses Mittel erhielten, Wasser enthielte oder nicht, so haben wir aus unsrer Maschine Funken hindurch gehen lassen: denn wenn in dieser Luft kein Wasser war so konnte auch keine brennbare Luft, (Gaz hydrogèn,) da seyn und keine Verkalkung, (Calcination,) des eisernen Drahts erfolgen, welcher

der fixen Luft oder Kohlensäure ausgesetzt war. Um dieses Experiment auf eine überzeugendere Art zu bewerkstelligen, brachten wir mit dieser Luft eine beträchtliche Fläche von Eisen während des Electrisirens in Berührung. Wir nahmen in dieser Absicht einen eisernen Draht von No. 11, 24 Zoll lang, welcher, spiralförmig gedrehet, einen Cylinder von zwey Zoll bildete, der vermittelst eines Stücks Kork, welches an dessen unterm Ende angebracht war, auf dem Queckfilber schwamm. Die Kohlensäure machte in der Röhre eine Säule von 4 Zoll und 6½ Linie vor dem Electrisiren aus; der Durchmesser der Röhre war 7 Linien. Sobald wir aber die electrisirten Strahlen durch die Kohlensäure geleitet hatten, bemerkten wir zu unserm Erstaunen, daſs die Luftsäule merklich an Raum zugenommen hatte, und nach dem Electrisiren nahm, 16 Minuten hindurch, die electrisirte Luft in der Röhre einen Raum von 5 Zoll 1 Linie Höhe ein: die Vermehrung der Luft betrug also 4½ Linie, welches ungefähr im Ganzen $\frac{1}{10}$ beträgt. Wir wuschen darauf die Kohlensäure mit ätzendem Alkali so lange, bis von der Masse nichts mehr abging. Der Rest betrug alsdann 2 Zoll in eben der Röhre. Als wir hierauf eine kleine angezündete Wachskerze an die Mündung dieser Röhre hielten, ent-

zündete ſich die übrig gebliebene electriſirte Luft, ſo daſs die Flamme in der Röhre herabſtieg; welches ein Beweis iſt, daſs die brennbare Luft, die von der fixen electriſirten Luft übrig geblieben, gar nicht oder doch wenig vermiſcht war.

Da nun dieſes Reſultat nicht der Idee entſprach, welche uns die Theorie von dem Entſtehen der durch das Verbrennen der Kohle in der Lebensluft hervorgebrachten Kohlenſäure giebt: ſo beſchloſſen wir, das Experiment zu wiederholen und unſre Sorgfalt zu verdoppeln, um alle Feuchtigkeit ſowohl von der Materie als von dem gebrauchten Apparate zu entfernen. Wir erhitzten Alles und machten es, ſo viel als möglich, unmittelbar vor der Operation glühend. Wir gaben alsdann mehr Acht auf das, was während der Wiederherſtellung des Queckſilbers vorging, und bemerkten, daſs ſich einige Dämpfe an den obern Theil der Flaſche anlegten, in welcher die Wiederherſtellung geſchah, ſo wie auch in der Röhre, durch welche die hervorgebrachte Luft ihren Weg nahm. Anfänglich glaubten wir, daſs dieſes ſublimirtes Queckſilber wäre; aber bald bildeten ſich aus dieſen Dämpfen Waſſertropfen, welche ſich immer mehr und mehr vergröſserten, ſo wie wir die Operation fortſetzten, dergeſtalt, daſs wir daran nicht zweifeln konnten,

ſey während dieſer Operation mit dem Queckſilber Waſſer hervorgebracht ſey.

Wir hielten darauf mit der Operation ein, um die Flaſche und die Röhre wieder zu erhitzen und zu trocknen: aber ſobald ſich die Flaſche erhitzte und die Reduction des Queckſilbers wieder anfing, erſchienen die Waſſertröpfchen abermals an den Wänden der Flaſche und vorzüglich in der Röhre.

Nach dieſer Beobachtung zweifelten wir nicht: es würde die durch dieſe wiederholte Operation hervorgebrachte Luft bei dem Electriſiren eben die Veränderung erleiden und gleichfalls entzündbare Luft hervorbringen, wie diejenige, welche wir vorher bekommen hatten, weil wir es als ausgemacht betrachten konnten, daſs die Kohlenſäure, welche durch die Operation mit dem Queckſilber hervorgebracht worden, Waſſer enthielte. Doch um noch mehr davon überzeugt zu ſeyn, electriſirten wir dieſe Luft eben ſo, wie die andere, und das Reſultat war eben daſſelbe. Dieſe Kohlenſäure mit einer Pottaſchenauflöſung gewaſchen, lieſs brennbare Luft zurück.

Dieſe Erfahrungen verdienen, unſrer Meinung nach, die Aufmerkſamkeit der Naturkundigen. Man kann nicht annehmen, daſs das Waſſer,

welches mit der Kohlenſäure verbunden iſt, und daſs dasjenige, welches ſich an den Wänden der Flaſche und der Röhre zeigte, von der Feuchtigkeit herrühre, welche ſich an den Apparat und an die bei den Experimenten gebrauchten Materialien angehängt hatte: denn man hatte Alles, was bei dem Experimente gebraucht werden ſollte, auf das ſorgfältigſte ausgetrocknet; und übrigens war die Menge des Waſſers ſo groſs, daſs, wenn man auch ein wenig Feuchtigkeit bei dem Apparate und bei den Subſtanzen, deren man ſich bediente, annehmen wollte, jenes doch unmöglich daraus entſtehen konnte. Es ſcheint alſo nach unſern Verſuchen erwieſen zu ſeyn, daſs die Kohle nicht nur die Grundlage der Kohlenſäure, ſondern auch der brennbaren Luft enthält, die ſich bei der Zerſetzung der Kohle mit der Lebensluft vereinigt und Waſſer hervorbringt, wovon der eine Theil ſich mit der entſtehenden Kohlenſäure vereinigt, der andere aber in Dämpfe übergeht und ſich an den kälteſten Theil des Apparats verdichtet anlegt. Obgleich dieſe Experimente zu beweiſen ſcheinen, daſs brennbare Luft in der Kohle vorhanden iſt, ſo würde man doch mit Unrecht glauben, daſs die brennbare Luft das Oxyde oder den metalliſchen Kalk reducire, in dem Sinne, wie es Stahl nimmt; denn

berechtigen uns nur zu dem Zweifel, daſs die Kohle keine einfache Subſtanz ſey, und machen es wahrſcheinlich, daſs in der Kohle ſelbſt die brennbare Luft einen Beſtandtheil abgebe. Wenn ... ich die brennbare Luft, welche unſre Ver... in der Kohle anzunehmen geſtatten, das ...cirende Fluidum des metalliſchen Kalks ..., ſo würde ſie kein Waſſer hervorbrin... ſondern ſich friedlich mit dem Oxyde ...inigen und dieſes wiederherſtellen. Das Waſ... ..., welches wir bekommen haben, beſtätigt ... die Meinung derer, welche die Kohle als ei... Subſtanz angeſehen haben, die brennbare Luft enthält; aber daraus folgt keinesweges, daſs die Verwandlung der Metallſäuren durch die Ver...igung der brennbaren Luft mit der Metallerde ... ſich gehe.

Als ich die vorhergehenden Verſuche dem Herrn Berthollet in einem Briefe mitgetheilt hatte, wovon man den Auszug in den Annales de Chymie, Tom. II, p. 270, findet, ſo bat mich dieſer berühmte Chymiſt, daſs ich dieſe Verſuche mit dem künſtlichen Reiſsblei, (Plombagine,) wiederholen möchte, indem er glaubte, daſs dieſe Subſtanz keine brennbare Luft enthielte, und daſs dieſes gröſstentheils die Urſache wäre, daſs es bei weitem nicht ſo leicht als die Kohle brennt.

Ich prüfte diese Muthmaſsung, ich machte d
Experiment auf eben die Art wie die vorherg
henden, und fand, daſs das Residuum von d
vermittelst dieser Substanz durch die Reducti
hervorgebrachten Luft, nachdem sie electris
und mit einer Potaschenlauge wohl gewasch
worden, fast ganz unvermischte brennbare Lu
war. Die Quantität dieser brennbaren Luft b
trug aber fast nicht mehr als die Hälfte derjenige
welche wir bei den vorhergehenden Vers
chen aus einer gleichen Menge von kohlensaur
Luft erhalten hatten.

VIII.

EXPERIMENTE,

um die strahlende Electricität nachzumachen, welche man bei den vom Blitze getroffenen Ableitern wahrgenommen hat,

von

Herrn *D.* van Marum

in Haarlem. *)

Eine der sonderbarsten Erscheinungen, die uns bisweilen der Blitz zeigt, ist das strahlende Licht, welches man bei den Ableitern bemerkt hat, wenn sie vom Blitze getroffen sind. Als der Ableiter des Thurms zu Siena vom Blitze berührt wurde, beobachteten viele Personen nicht nur einen electrischen Schein an der Oberfläche des Conductors, sondern auch einen Strom von sehr sichtbarem Feuer. Der Pater Beccaria, welcher sich die gröſste Mühe gab, die Aehnlichkeit und Gleichheit zwischen der electrischen Materie und dem Blitze zu beweisen, nannte dieses herrliche Phänomen die strahlende Electricität, und gab sich viel Mühe, es nachzumachen, aber vergebens. Als Herr Landriani im November 1788 bei mir war, bat er mich, mit unsrer

*) A. a. O., S. 152—156.

IX.

EXPERIMENTE
über verschiedene Gegenstände,

von

Herrn *D.* van Marum
in Haarlem. *)

Ich werde hier einige Versuche beschreiben, die man mir vorgeschlagen hat, deren Resultate aber nicht so entscheidend ausfielen, als ich wünschte, und welche keine sehr belehrenden oder merkwürdigen Phänomene zeigten. Diese Beschreibung wird vielleicht von einigem Nutzen für solche Personen seyn, welche über diese Gegenstände nachgedacht haben, und andere Naturkundige abhalten, ihre Zeit mit Wiederholung eben derselben vergebens aufzuopfern. Ich werde übrigens auch noch einige Experimente hinzufügen, zu welchen die vorgeschlagenen Anlass gegeben haben.

Wird die Ausdünstung der Pflanzen während des Electrisirens vermehrt?

Ich fing an, die Wirkung der Electricität auf die Ausdünstung der Pflanzen zu versuchen, indem

*) A. a. O., S. 156 — 192.

[illegible]ich sie mit den Töpfen, in welchen sie stan-[illegible], isolirte und sie mit dem positiven Conduc-[illegible] dieser Maschine electrisirte. Als ich sie eine Viertelstunde electrisirt hatte, fand ich, daſs bei [illegible] dieser Pflanzen das durch die Ausdün-[illegible] verlorne Gewicht über ein Viertheil, bei an-[illegible] aber ungefähr ein Drittheil mehr betrug, [illegible]jenige, welches sie in eben dem Zeitraume [illegible] dem Electrisiren durch die Ausdünstung ver-[illegible] hatten. Obgleich diese Versuche, wenn [illegible] sie obenhin betrachtet, die Meinung zu be-[illegible]tigen scheinen, daſs die Ausdünstung der Pflan-[illegible] durch die Electricität vermehrt wird; so schien es mir doch, daſs sie diese Vermehrung keinesweges beweisen, als ich genauer auf das Acht hatte, was während der Experimente vorgeht. Man weiſs, daſs immer aus den Enden der electrisirten Ableiter Luft herausströmt, wenn sie nicht recht abgerundet sind, und diese ausströmende Luft verursacht den Wind, welchen man empfindet, wenn man sich diesen äuſserſten Theilen der Ableiter nähert. Wenn man sich einer Pflanze nähert, während daſs sie electrisirt wird, so empfindet man auch den Wind oder die Zugluft, die von den äuſserſten Theilen der Blätter herkommt; und es läſst sich leicht begreifen, daſs

diese Zugluft die Ausdünstung der Pflanzen be-schleunigen kann, weil es sehr bekannt ist, dass der Wind oder die Zugluft, wenn sie trocken ist, die Ausdünstung befördert. Da es unmöglich ist, diese Zugluft zu verhindern, welche von den Enden, (äusserften Spitzen,) der electrisirten Pflanzen herkommt; so folgt, dass es unmöglich ist, nach den Experimenten zu entscheiden, ob die Electricität ihre Ausdünstung vermehrt, wenn man nicht diese Versuche mit Pflanzen anstellen kann, die keine Blätter oder äussern Enden haben, von welchen der Luftzug verursacht wird. Die Ausdünstung ist aber von solchen Pflanzen zu unbedeutend, als dass man in dieser Hinsicht entscheidende Resultate von ihnen hernehmen könnte.

Bringt die Electricität einige Wirkung bei den empfindlichen Pflanzen hervor?

Zu diesen Experimenten habe ich eine der empfindlichsten Pflanzen gewählt, die man nur kennt, nämlich die Mimosa pudica, wovon ich mir ein sehr gesundes Exemplar verschaffte. Nachdem ich sie in die Sonne gesetzt hatte, damit sich ihre Blätter recht entfalten möchten, setzte ich sie 2 Fuss entfernt von dem Leiter, der po-

ſer electriſirt war. Die Blätter neigten ſich ein wenig; aber die Blättchen, aus welchen die gefiederten Blätter zuſammengeſetzt ſind, zogen ſich nicht im mindeſten zuſammen. Darauf verſuchte ich die negative Electricität bei dieſer Pflanze, welche ich in gleiche Entfernung geſtellt hatte; ich verſpürte keine gröſsere Wirkung. Nun ſtellte ich die Pflanze auf den Conductor, indem er poſitiv electriſirt wurde. So lange als der Leiter keine Strahlen von ſich gab, erhoben ſich die Blätter nur ein wenig und entfernten ſich von einander bei dem electriſchen Stoſse; wenn aber der Leiter Strahlen auf einen benachbarten Körper warf, ſo neigten ſich die Blätter ein wenig und nachher richteten ſie ſich in die Höhe. Dann fingen die Blättchen an, ſich einander zu nähern und ſich zu ſchlieſsen, und die Blätter neigten ſich endlich ganz und gar nach unten. Meiner Meinung nach kann man aber dieſe Wirkung nicht dem Einfluſſe des electriſchen Stoſſs ſelbſt auf die Organe der Pflanze zuſchreiben; ſondern ſie ſcheint vielmehr daher zu kommen, daſs dieſe empfindlichen Blätter ſehr viel bei der abwechſelnden Bewegung leiden, welche der electriſche Stoſs hervorbringt; denn man ſieht, daſs die Blätter dieſer Pflanze ſich auch zu-

H 2

schliessen und herabsinken, wenn man ihnen auf eine andere Art abwechselnde Bewegungen mittheilt. Die Pflanze hatte bei diesen Versuchen nichts gelitten; denn die Blätter fingen sogleich an, sich in die Höhe zu richten und zu öffnen, als sie in die Sonne gesetzt wurde.

Hat die Electricität einigen Einfluss auf die kleinen beweglichen Blätter des Hedysarum gyrans?

Da ich so wenig Wirkung von der Electricität bei einer der empfindlichsten Pflanzen verspürt hatte, so war ich neugierig, zu sehen, ob sie einigen Einfluss auf die sonderbare Ostindische Pflanze hätte, die unter dem Namen: Hedysarum gyrans, bekannt ist, welche am Stiele eines jeden Blatts zwei kleine Blätter hat, die, wenn sie den Sonnenstrahlen ausgesetzt werden, eine abwechselnde Bewegung haben. Da nun aber die Bewegung dieser Blätter nachlässt oder gänzlich aufhört, wenn man die Pflanze aus dem Treibhause, wo sie gezogen wird, herausbringt, so sah ich mich genöthigt, den Versuch in dem Gewächshause selbst zu machen, wo sich die Pflanze befand. Ich brachte die Cylindermaschine von Nairne, welche unter dem Namen: Nairne's pa-

electrical machine, bekannt ist, hinein, weil mir selbige zu diesem Experimente hinreichend wirksam zu seyn schien. Erst theilte ich dieser Pflanze die Electricität bald durch den positiven, bald durch den negativen Conductor mit, doch so, dass ich sie an dem Orte liess, wo sie war, ohne sie zu isoliren; nachher isolirte ich sie und electrisirte sie wechselsweise mit beiden Conductoren: aber bei keinem von diesen Versuchen bemerkte ich eine schnellere oder langsamere Bewegung der kleinen Blätter dieser Pflanze.

Einfluss der Electricität auf das Barometer.

Herr Changeux erzählt: er habe bemerkt, dass, wenn man das Quecksilber in einem Barometer electrisirt hätte, solches von einer halben Linie bis zu einer, ja sogar bis zu zwei Linien gestiegen wäre; doch fügt er hinzu, dass in vielen Fällen die Electricität fast gar nicht auf dasselbe zu wirken scheint. a) Man ersuchte mich, dieses Experiment mit meiner grossen Maschine zu wiederholen.

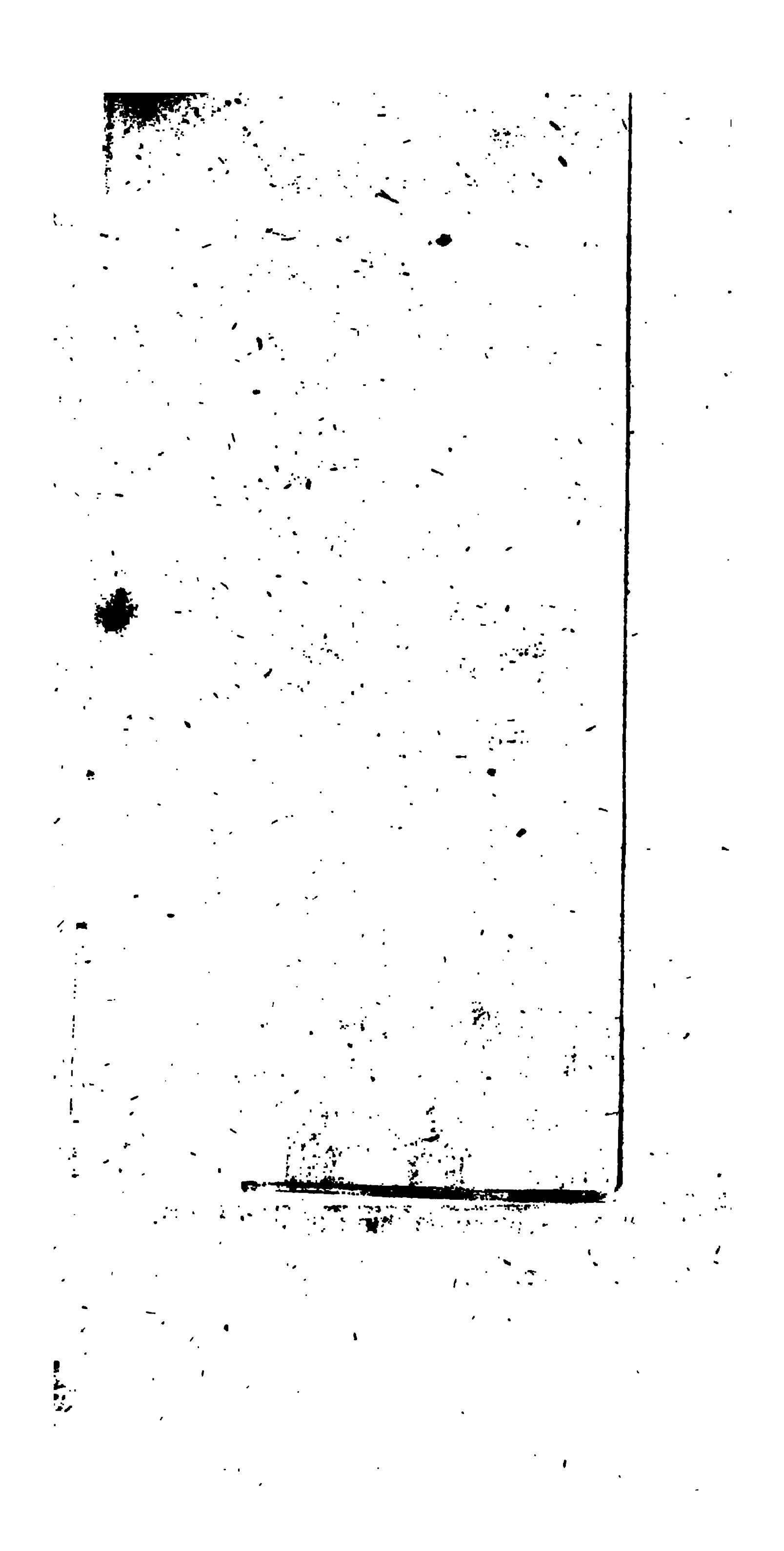
Ich hatte diesen Versuch schon öfter vergebens mit Barometern angestellt, deren [illegible] ren

a) Journal de Physique, T. XI, p. 338.

ungefähr $\frac{1}{16}$ Zoll weit waren, ohne daſs ich die geringſte Wirkung auf das Queckſilber verſpürt hatte, ich mochte poſitiv oder negativ electriſiren. Als Herr Landriani im Jahre 1788 hier war, ſo wiederholte ich es auch auf ſein Verlangen und in ſeiner Gegenwart mit einem Barometer von gleichem Durchmeſſer, aber wir bemerkten nicht die geringſte Veränderung in der Höhe des Queckſilbers. Im vorigen Jahre lieſs ich mir Barometerröhren von $\frac{4}{16}$ und $\frac{5}{16}$ Zoll im Diameter machen, worin ich das Queckſilber zu andern Experimenten ſtark ſieden lieſs. Ich electriſirte nun das Queckſilber, in Rückſicht auf die Verſuche des Herrn Changeux, mit dem poſitiven Leiter unſrer Maſchine in einem dieſer Barometer, und bemerkte anfänglich, daſs der Merkur beinahe $\frac{1}{16}$ Zoll ſtieg: aber bald fiel er wieder, und zwar noch tiefer als er vor dem Experimente ſtand. Hierauf blieb es die ganze Zeit der Electriſation hindurch bei dieſer oſcillirenden Bewegung. Das nämliche Phänomen beobachtete ich bei der negativen Electriſirung. Doch betrugen die Oſcillationen nicht mehr als eine halbe Linie. Als ich dieſes Experiment mit einem Barometer von gleichem Diameter wiederholte, in welchem das Queckſilber nicht ausgekocht

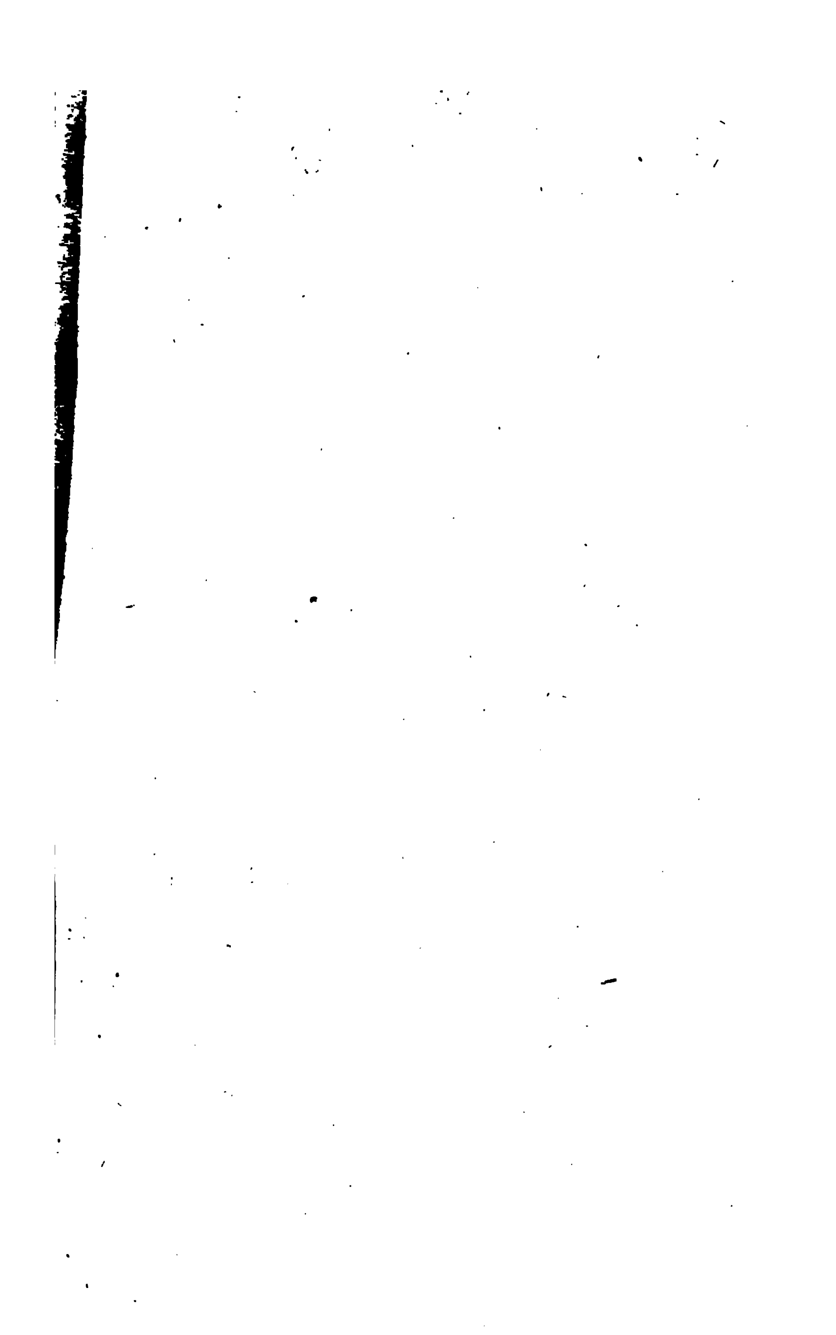
..., so bemerkte ich nicht die geringste Bewegung in dem Merkur. Vergebens versuchte ich, die Ursache dieses Phänomens zu entdecken.

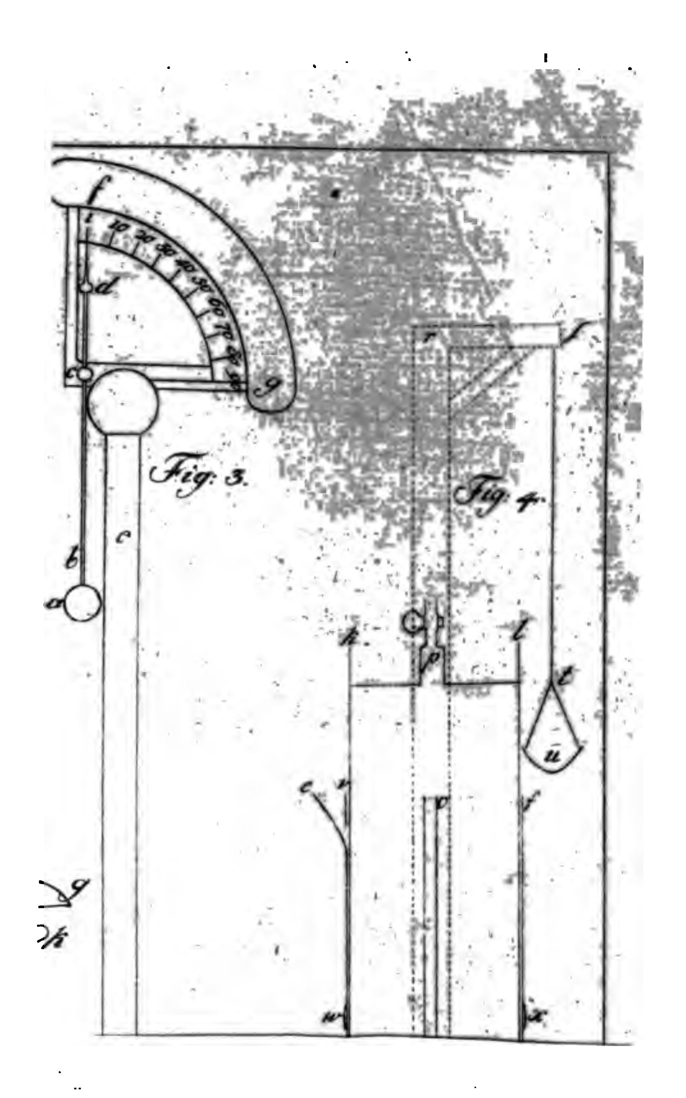
Endlich prüfte ich die Wirkung der Electricität auf den Stand des Quecksilbers in Röhren, deren zugeschmolzene Enden mit Platinadraht umwickelt waren; und anstatt das Quecksilber zu electrisiren, in welchem die Röhre stand, electrisirte ich das Ende der Röhre. Ich verspürte nicht die geringste Wirkung davon in denen Röhren, in welchen das Quecksilber gut ausgekocht war; aber in Röhren, die auf die gewöhnliche Art gefüllt waren und in welchen sich unausgekochtes Quecksilber befand, fiel das Quecksilber um eine Linie in vier Minuten. Anderweitig von mir angestellte Versuche machen es unbezweifelt gewiss, dass das Sinken des Quecksilbers durch den Druck eines elastischen Fluidi, welches der Wärmestoff aus der in der Röhre zurückgebliebenen Feuchtigkeit entwickelt, bewirkt wird. Dieses Fallen des Quecksilbers fand auch in Röhren Statt, welche neu und wohl erhitzt waren, ehe sie angefüllt wurden, und für welche das Quecksilber beinahe bis zum Sieden erhitzt war, wiewohl es nicht über eine halbe Linie betrug.



mbrunden Eindruck hat, brachte. Diese Kugel
stellte ich auf den Leiter der Maschine. Die Verdünstung dieser Flüssigkeiten vermehrte sich
nicht, ich mochte den Leiter positiv oder negativ electrisiren.

Ich versuchte auch, auf Herrn Volta's Vorschlag, ob die electrisirte Luft mehr Wasser oder
andere Feuchtigkeit in sich nähme, als die nicht-electrisirte. Deswegen stellte ich unter zwei gleiche gläserne Recipienten zwei genau abgewogene und gleiche Theile Wasser; hierauf wiederholte ich dieses Experiment mit dem Ammoniak, und endlich mit dem Schwefel-Aether. Bei jedem Versuche brachte ich auch in die zwei Recipienten zwei gleiche Hygrometer an. Einen von diesen Recipienten stellte ich mit der kupfernen Platte, welche ihn unten zu verschliessen dient, auf einen isolirten Tisch, und setzte diese Platte mit dem Leiter in Verbindung. Diese theilte also die empfangene Electricität der Luft mit, welche in dem Recipienten war. Ich entfernte den andern Recipienten ganz ausserhalb des Wirkungskreises der Maschine. Nachdem ich nun auf diese




Fig: 3.
Fig: 4.

ANNALEN DER PHYSIK.

ERSTER BAND, ZWEITES STÜCK.

I.

BESCHREIBUNG

einer genauen und bequemen Wage, nach einer neuen Vorrichtung,

von

M. A. F. LÜDICKE
in Meissen.

Vor ungefähr vier und zwanzig Jahren verfertigte ich mir eine Wage zu hydrostatischen Versuchen, welche zwar sehr viel leistete, die aber, um eben dieselbe Empfindlichkeit zu zeigen, an demselben Orte stehen bleiben musste, da dem Gestelle die Einrichtung zur horizontalen Stellung fehlte. Der Wagebalken, welcher [illegible]zehn dresdner Zoll lang war, vertrat die Stelle des Weisers, dessen horizontale Lage vermittelst des Quecksilberstandes in einer an beiden Enden in die Höhe gebogenen Glasröhre angezeigt wurde. Auf den Oberflächen der beiden Quecksilber-

säulen befanden sich kleine, gleich hohe, hölzerne Kegel, mit deren Hülfe man hinlänglich genau die horizontale Lage des Wagebalkens beurtheilen konnte. Da aber diese Absehen um ungefähr vierzehn Zoll höher als die Wageschalen lagen, so ward das Auge wegen des öftern Herauf- und Heruntersehens bei anhaltendem Gebrauche sehr ermüdet. Nachher habe ich, so wie es die Zeit erlaubte, jenen Fehler und diese Unbequemlichkeit zu heben gesucht, und außerdem noch verschiedene Verbesserungen hinzugefügt, welche zum Theil von den bisher bekannten Verbesserungen der Wagen abweichen. Die *Ramsdensche* a) und die *Hauffsche Wage* b) sind beide mit vieler Kenntniß und Sorgfalt eingerichtet, und zeigen eine Empfindlichkeit, welche nichts mehr zu wünschen übrig läßt. Da ich aber eine Wage verlangte, welche in den physikalischen Stunden, außer dem Hause, ohne einige Vorbereitung gebraucht werden sollte; so mußte sie sich bequem forttragen und ohne vorhergehende horizontale Stellung benutzen lassen. Diese Absicht glaube ich auf die möglichst einfachste Art erreicht, und mit einer Empfindlichkeit verbunden zu haben, welche mi

a) Voigtsches physikalisches Magazin, B. VI, St. 4

b) In diesem Magazine, B. IX, St. 3.

allen meinen Versuchen vollkommen hinreichend schien. Denn wenn in jeder Wageschale 1 Pfund liegt, so bemerkt der Zeiger sehr deutlich eines Dukaten-Asses. Er bemerkt also $\frac{1}{737280}$ des Gewichtes, welches in der einen Schale liegt.

Die Länge des Balkens ist 18 dresdner Zoll, welche hier durchgängig verstanden werden; er ist in der ganzen Länge $\frac{1}{3}$ Zoll breit oder dick, und in dessen Mitte, bey ci, Fig. 1, hat er, in einer Länge von 3 Zoll, da, wo die viereckige Hülse aufgeschoben ist, die gröſste Höhe oder Stärke, von beinahe $\frac{3}{4}$ Zoll. Die übrige Gestalt dieses übrigens sehr rein gearbeiteten eisernen Stabes wird aus der beigefügten Figur erhellen, bei welcher alle Theile $\frac{1}{3}$ des wahren Maaſses haben. Die vierkantige messingene Hülse ci schlieſst sehr scharf an und kann vermittelst der Schrauben dd festgestellt werden. Sie führt unten die beiden messingenen Bänder, welche den Weiser mn tragen. Die vordere und hintere Wand dieser Hülse ist in der Mitte durchschnitten, damit der viereckige messingene Rahmen fg, welcher in der zweiten Figur von der Seite sichtbar wird, sich in diesem Durchschnitte herauf- und herunterbewegen kann. Die höhere oder tiefere Stellung dieses Rahmens geschieht mit Hülfe der beiden Gegenschrauben ee, welche auf der obern und untern

Wand der Hülse auffitzen. In die Mitte dieses Rahmens sind auf beiden Seiten die stählernen Zapfen befestigt, welche, wie gewöhnlich, eine scharfe Kante haben, mit der sie in den flachrunden Lagern aufruhen. An den Enden laufen diese Zapfen, da, wo sich die scharfe Kante endigt, in eine ein wenig stumpf geschliffene Spitze aus, wie man an andern Zapfen bei *pp*, Fig. 3, sehen kann. Diese Spitzen der Zapfen *bb*, Fig. 2, dienen dazu, dass so wenig als möglich Friction entstehe, wenn sie an die Wände der Zange *rq* antreffen: denn die Weite der Zange ist genau so eingerichtet, dass nur ein kleiner Spielraum für diese Spitzen übrig bleibt, damit das Hin- und Herschieben der Zapfen in den Lagern verhütet werde.

Auf die beiden Enden des Wagebalkens sind die Stahlplatten *ab*, *kl*, Fig. 1, mit zwey Schrauben aufgeschraubt, welche die stählernen scharfen Zapfen führen, auf denen die Oehre von starkem Stahldrahte hängen. Die scharfe Kante dieser Zapfen neigt sich in der Mitte ein wenig herunter, oder hat eine sehr flache Einbiegung, damit sich die Oehrchen nicht hin- und herschieben können. Diese Oehrchen haben nur eine schwache Federhärte, aber die Stahlplatten und alle Zapfen haben die Härte der schneiden-

... Werkzeuge bei Eisen- und Stahlarbei... Die gleiche Länge der Arme des Wa... wird zuvörderst so nahe als möglich ... das Hin- und Herschieben der Hülse *rs* ...mmt; die feinere Bestimmung der gleichen ... hingegen geschieht durch Verrückung ...der Stahlplatten *ab* oder *kl*. Diese Stahl... haben zu dieser Absicht langrunde Löcher, ... welche die Schrauben gehen. Zu mehre... Bequemlichkeit kann man auch hier, wie ... Hauffischen Wage, eine Zugschraube an...bringen.

... der zweiten Figur sieht man die ganze ...age nebst dem Gestelle von der Seite. *AB* ist ... Bodenbret, in welches die Säule *BC* befestigt ist, die oben den Arm *CD* trägt. Auf jede ... dieses Arms ist eine messingene Platte *DE* ...schraubt, welche das Zapfenlager des Zapfens ...hält. Die Zange *nq*, Fig. 4, oder *rs*, Fig. 5, ... sich durch Hülfe dieser Zapfen *pp* vor- ... rückwärts. Innerhalb sind unten zwei Mes...singplatten *qq* angeschraubt, welche die Zap...lager der Zapfen *bb* enthalten. Es wird da... durch diese Bewegung der Zange bewirkt, ...dass die Zapfen *bb* jedes Mahl eine horizontale Lage haben. An den beiden Aussenseiten der Zange befinden sich zwei stählerne Zapfen *oo*,

deren scharfe Kanten in die Höhe gerichtet sind und mit den scharfen Kanten der Zapfen *bb* in einer geraden Linien liegen. Um dieses desto bequemer bewerkstelligen zu können, sind die Zapfen *oo* an die innern Platten *qq*, welche die Zapfenlager enthalten, angeschraubt, und gehen durch die Seitenwände der Zange hindurch. An diesen Zapfen hängt die Zange *ttu*, Fig. 2, und *tuu*, Fig. 3. Sie ist oben weit genug, um sich frei bewegen zu können; unten aber braucht sie nicht viel weiter zu seyn, als zur freien Bewegung des Weisers nöthig ist. An dem untern Ende führt sie ein Gewicht, das sich der richtigen Stellung wegen verschieben und stellen läſst, und welches beide Zangen in einer vertikalen Richtung erhält. Dieses Gewicht *α*, welches nach Befinden der Umstände ½ Pfund oder 1 Pfund schwer, oder noch schwerer seyn kann, hat unten bei *β* eine Schraube mit einem breiten Kopfe, über welchem sich das federhart geschlagene Messingblech *γβ*, welches sich um den Stift *δ* herumdreht und bei *εζ*, Fig. 4, eine lange Oeffnung hat, schieben läſst, und vermittelst seiner Elasticität die beiden Zangen fest hält, damit sie sich nicht bewegen können, wenn man die Wage forttragen will.

Die dritte Figur zeigt die vordere Seite der beiden Zangen, welche gröſstentheils ſchon beſchrieben worden ſind. Es iſt daher nur noch zu bemerken, daſs beide Blätter der untern Zange zwiſchen *w x* eine groſse Oeffnung haben, durch welche man die Bewegung des Weiſers ſieht, und daſs in beide Oeffnungen ein feiner Metalldraht *w x* in der Vertikallinie aufgezogen iſt, zwiſchen welchen man die vertikale Richtung des Weiſers genau beobachten kann.

Alle ſechs Zapfenlager bei dieſer Wage ſind von einer guten Spiegelmaſſe, welche in das Meſſing eingelöthet worden iſt, gefertigt. Ich hatte mir zwar anfänglich vorgenommen, ſie mit harten Steinen zu verwechſeln: da ſich aber ihre Flächen ſowohl, als die Schärfe der Zapfen, ſo viele Jahre hindurch und bei öfterm Gebrauche ſo gut und faſt ganz unverändert erhalten hatten; ſo behielt ich dieſelben um ſo mehr bei, da ich mich überzeugt zu haben glaubte, daſs ſie der Schärfe der Kanten weniger nachtheilig, als harte Steine ſind. Daſs übrigens die Wageſchalen anſtatt der Schnüre ſchwache Drahtketten haben, und die ganze Wage unter einem Gehäuſe ſtehen müſſe, iſt vielleicht überflüſſig, zu bemerken.

Bei dem Gebrauche gewährt dieſe Wage viel Bequemlichkeit, da man vor ihr ſitzen und, in

gleicher Höhe mit den Schalen, den Weiſer zwiſchen den feinen Drähten bemerken kann; und dieſe wirklich nicht geringe Bequemlichkeit, welche erſt bei anhaltendem Gebrauche recht fühlbar wird, hat mich veranlaſst, einen heruntergehenden Weiſer zu erwählen, ob mir gleich bekannt iſt, daſs er dem jedesmahligen Ausſchlage ſein ganzes Gewicht entgegenſetzen müſſe, wenn man für kein Gegengewicht geſorgt hat. Dieſes Gegengewicht aber wird man bei dieſer Wage gröſstentheils in dem gröſsern Schraubenkopfe der obern Schraube finden. Dieſer Schraubenkopf war anfänglich zu ſchwer, ſo daſs ich ihn bis zur nöthigen Schwere abdrehen muſste. Wäre aber dieſes nicht geweſen, ſo hätte ich nur das nöthige Gewicht an die Spindel der obern Schraube anbringen dürfen, wo ich, durch das Herauf- oder Herunterſchrauben dieſes Gewichts, die erforderliche Genauigkeit erreichen konnte.

Die vertikale Richtung des Weiſers ſo wohl, als der beiden Abſehen an der unterſten Zange, wird durch Umwendung des Wagebalkens in der obern Zange berichtigt. Die Berichtigung der gleichen Längen beider Arme des Wagebalkens geſchieht vermittelſt zweier gleich-ſchwerer Gewichte, die man in den Wageſchalen verwech-

... und nach deren Anzeige einen Arm durch ...ckung der Stahlplatte mit dem Zapfen kür... ...der länger macht. Man sehe auch hiervon ...handlung des Herrn Professors Schmidt, ...eren Auszug im Voigtschen phys. Maga... B. IX, St. 3, S. 83. Das Gegengewicht ...Weisers, welches hier der Schraubenkopf ...muss mit dem Weiser vollkommen in einer ...en Linie liegen. Hiervon überzeugt man ..., wenn der Ausschlag oder der Bogen, den ...Weiser mit der Vertikallinie einschliesst, bei ei... ...m Uebergewichte auf beiden Seiten gleich ... ist.

Ob man gleich, wie ich vorhin bemerkte, ... Gewicht des Weisers durch ein Gegenge...wicht über dem Ruhepunkte ganz aufheben ...n; so muss dessen ungeachtet bei jeder Wage ... unaufgehobenes Gewicht unter dem Ruhe...punkte übrig bleiben, weil die Wage nicht ge...hörig einspielen, sondern bald auf diese, bald ...f jene Seite hin schwanken würde, wenn der ...werpunkt nicht ein wenig tiefer, als der Ru...hepunkt läge. Wollte man nun dieses unaufge...hobene Gewicht in einem gewissen Punkte des Weisers annehmen oder auf diesen Punkt redu...ciren; so würden folgende Fragen statt finden: 1. wie gross dieses unaufgehobene Gewicht sey;

dieser Einrichtung fast zu klein ist, als dass er in Betrachtung gezogen zu werden verdiente, da ohnehin die Grade des Gradbogens zur Bestimmung des Uebergewichts bei allen Wagen, nur als ein näherungsweises Maass anzusehen sind. Denn bei schwerern Gewichten fällt der Schwerpunkt tiefer unter den Ruhepunkt, als bei leichtern; das unaufgehobene Gewicht wird grösser, und die Winkel werden kleiner.

Die gemeinen Wagen mit den heraufgehenden Weisern haben, wenn sie sorgfältig und fleissig gearbeitet sind, eine gewisse Flüchtigkeit, welche noch einige Bemerkungen verdient. Wenn das unaufgehobene Gewicht der Wage, ohne Weiser betrachtet, das einzige der Schwere des Weisers vollkommen angemessene Gegengewicht wäre, und also deren Momente einander vollkommen gleich kämen; so befände sich der Schwerpunkt der Wage, nebst Weiser, in dem Ruhepunkte, und die Wage würde nicht einspielen. Wenn hingegen ein solcher Weiser sein eignes ihm angemessenes Gegengewicht hätte, welches sich vollkommen in seiner verlängerten Richtung unterhalb des Ruhepunktes befände; so würde eine solche Wage mit den vorhergehenden Wagen, wenn alles Uebrige gleich ist, übereinkommen: die mittlern Grade würden gleich und die

...ntern etwas kleiner werden. Um aber die ...igkeit dieser Wagen zu befördern, nimmt ... beiden Fällen das Mittel, und giebt dem ... ein kleineres Gegengewicht, als sein Ge... erfordert, damit ein Theil von dem Ge... des Weisers einen Theil des unaufge... Gewichts der Wage, wenn der Schwer... aus der Vertikallinie gerückt ist, aufhebe. ...rch wird daher der Winkel, den die Zun... der Gabel einschliesst, grösser gemacht; ...für diese Art von Wagen, wobei man bloss ... ersten Ausschlag sieht, sehr vortheilhaft. Da hiernächst das Gegengewicht des Wei... in dem prismatischen Stücke des Wagebal... unterhalb der Zapfen vertheilt ist; so wird ... ein Theil dieses Gegengewichts auf der ent...gegesetzten Seite der Vertikallinie fortrücken, ... die Wage auszuschlagen anfängt, und der ... wird daher auch in dieser Rücksicht einen ... Bogen beschreiben, als wenn das Ge...gewicht in der verlängerten Richtung des ...ers gelegen hätte, und zwar bis dahin, wo ... Gegengewicht ganz ausserhalb der Verti...linie liegt. Solchemnach hängen die Grade des Bogens zugleich von der Gestalt des prismatischen Stücks ab; in der Nähe der Gabel sind sie viel grösser; die mittlern Grade sind ungleich,

und die letztern kleiner. Man würde daher nicht wohl thun, wenn man eine auf diese Art eingerichtete Wage mit einem Gradbogen verbinden wollte. Dieser Fehler in Rücksicht des Gradbogens läſst sich jedoch bei dieser Wage dadurch verbessern, daſs man in der Richtung des Weisers unterhalb des Ruhepunkts ein Stäbchen anbringt, an welchem sich das Gegengewicht des Weisers befindet. Alsdann fällt aber der vorhin bemerkte Vortheil, ihre besondere Flüchtigkeit, hinweg.

Auch diejenigen Wagen, welche keinen besondern Weiser haben, und wo die Arme des Wagebalkens die Stelle des Weisers vertreten, sind von jener Abweichung nicht gänzlich frei. Auch bei ihnen findet ein unaufgehobenes Gewicht statt, welches bei schwerern Gewichten, die man auf denselben abwiegen will, schwerer wird und die äuſsersten Grade etwas kleiner macht. Wenn aber die darauf zu wiegenden Gewichte meistentheils beinahe dieselben, oder wenigstens nicht viel gröſser oder kleiner sind, als das Gewicht, für welches man die Wage eingerichtet hat; so ist diese Art als die einfachste und sicherste für Gradbogen ganz vorzüglich zu empfehlen.

II.

BESCHREIBUNG

[illegible] *Mikrometers, die Durchmesser schwacher Saiten zu messen,*

von

M. A. F. Lüdicke.

[illegible] kleine Instrument ist zwar schon in dem [illegible] Stücke des Wittenberger Wochenblatts [illegible] Jahre 1781 beschrieben worden; da aber [illegible] nicht wohl ein Kupfer beigefügt werden [illegible], so konnte die Beschreibung desselben [illegible] in allen Stücken die nöthige Deutlichkeit ha[illegible]. Um daher so wohl den Mangel der Zeich[illegible] zu ersetzen, als einige nachher gemach[illegible] Verbesserungen zu bemerken, habe ich in [illegible] nächsten Figur dieses Mikrometer vorgestellt, [illegible] alle Theile der Zeichnung die Hälfte der [illegible]lichen Größe haben.

Die Grundlage dieses Instruments ist die Platte [illegible] von feinkörnigem festen Tafelschiefer, wel[illegible] an der hintern Seite, ungefähr in dem Schwerpunkte, eine messingene Achse führt, die durch den Kopf des Stativs horizontal hindurchgeht und daran festgeschraubt werden kann. Vermittelst dieser Achse läßt sich diese Schiefer-

platte nach der Richtung *dc* hin- und her-
gen. Diese Achse so wohl, als die übrigen St
welche daran gebracht werden sollen, lasse
sehr gut vermittelst zweier Messingplatten be
gen, die den Schiefer einschliessen und mi
Paar Schrauben zusammengeschraubt werden.

Da die Unveränderlichkeit dieses Werkze
vorzüglich von der Unveränderlichkeit di
Platte bei Wärme und Kälte, bei Feuchti
und Trockenheit abhängt; so habe ich, st
alten Buxbaumholzes bei dem ersten Mikro
ter, bei diesem den Tafelschiefer erwählt,
man unter der Menge von Schiefertafeln sich
bequem die besten und festesten Stücke aussu
kann, weil er sich leicht bohren lässt, und
Rücksicht der Unveränderlichkeit Alles lei
was man hier zu verlangen berechtigt ist.

An dem obern Ende dieser Schieferplatte
findet sich eine etwas starke Messingplatte, w
che zwischen *rsqp* sichtbar ist, und unter
noch fortgeht, mit den Schrauben *t*, *v* an
Schiefertafel befestigt. Auf diese messingene
fel ist ein starkes viereckiges Stück Messing *a*
geschraubt, welches so ausgefeilt ist, dass es
Stelle eines Bügels vertritt, der über die Zang
hinweggeht. In dem Raume, den dieser Bü
zwischen der untern Tafel übrig lässt, bewegt sic

dei

der ungleicharmige Hebel *elm*, welcher an dem einen Ende, bei *e*, die Gestalt der Hälfte einer Kneipzange, oder eines Tasterzirkels, und bei *g* den Ruhepunkt hat. Dieser Hebel ist von *e* bis *u* von Stahl, und endigt sich zwischen *ulm* in einen mäſsig starken messingenen Streifen, welcher zwischen *ik* eine hinlänglich groſse Oeffnung und das Absehen *ik* von dem feinsten Silberdrahte hat, das sehr nahe über die Theilungspunkte des Bogens *no* hingeht. An den Stellen der Zapfen hat dieser Hebel auf beiden Seiten, an dem Orte des Ruhepunkts, zwei feine Pfannen. In die vordere Pfanne trifft die sehr feine und gut gehärtete Spitze einer stählernen Schraube, welche bei *g* durch den Bügel geht, anstatt des Kopfs einen Einstrich, und eine messingene Gegenschraube mit ränderirtem Rande hat, wodurch die stählerne Schraube festgestellt werden kann. In die hintere Pfanne setzt sich ebenfalls die Spitze einer solchen Schraube ein. Bei dieser Einrichtung können beide Spitzen so gestellt werden, daſs der Hebel sich zwar sanft und frei bewegen, aber nicht ausweichen und wanken kann.

Bei *fh* sieht man die andere Hälfte der Kneipzange, welche auf die untere Messingplatte festgeschraubt ist. Die Schneiden dieser Zange sind

nicht scharf, sondern ein wenig rund geschliffen, und nur so breit, als zum Festhalten der Saiten nöthig ist; damit die Saite jedes Mahl in einerlei Punkt der Zange zu liegen komme. Sie hat daher an dem Maule mehr die Gestalt eines Tasterzirkels, und ist übrigens gut gehärtet und geschliffen.

Die Theilungspunkte des Bogens *no* befinden sich auf einer messingenen Platte, welche angeschraubt ist.

Bei der ersten Einrichtung hatte dieses Mikrometer eine schwache Feder, welche die Zange zusammenhielt; da sie aber für Haare, Fäden und andere weichere Körper immer noch einen nachtheiligen Druck bewirkte, so habe ich dieselbe hier ganz weggelassen, und an deren Stelle die Schwere des längern Hebelarms benutzt. Wenn man nämlich das Instrument nach der Richtung von *n* nach *o* etwas dreht, so schliesst sich die Zange zusammen. Auf diese Art hat man es in seiner Gewalt, dieses Anschliessen so sanft als möglich zu machen. Um aber jedes Mahl dieses sanfte Anliegen ohne viele Proben wieder zu bekommen, bringe man an der hintern Wand des Instruments ein Bleiloth an, welches man jedes Mahl auf dem angemerkten Punkte einspielen lässt.

Das vergrößerte Maaß auf dem Bogen *no* wird auf folgende Art gefunden. Es wurden zehn Streifen von dünnem Meßingblech, jeder $\frac{1}{20}$ pariser Zoll breit, gefertigt, und ihnen so lange nachgeholfen, bis alle Breiten zusammengenommen $\frac{1}{2}$ pariser Zoll betrugen. Als diese Streifen einer nach dem andern in die Zange gebracht wurden, sah man auf dem Bogen *no*, daß sie nicht von einerlei Breite waren. Es wurden daher die zu breiten Streifen etwas schmäler und anstatt der schmalen andere gemacht; wodurch sich dann der vorige Fehler in so weit verminderte, daß der größte Unterschied der Breiten nur noch 0,04 Linien betrug. Vermittelst dieser zehn Streifen mit Rücksicht auf ihre Unterschiede, und vermittelst einer Menge kurzer Stücke von einerlei Drahtsaite, welche, neben einander gelegt, in der Breite $\frac{1}{2}$ pariser Zoll betrugen, wurde das vergrößerte Maaß für $\frac{1}{2}$ Decimallinie oder für 0,05 pariser Zoll auf dem Bogen *no* bestimmt und berichtigt. Dieser Bogen ist groß genug, um in funfzig gleiche Theile getheilt zu werden; so daß man noch $\frac{1}{4}$ des Theils mit bloßen Augen unterscheiden kann. Es wird daher vermittelst dieses Instruments der pariser Zoll in 1000 und durch Schätzung in 4000 Theile getheilt.

Bei dieser Theilung würde man zwar durch ein anderes sich mehr entfernendes Verhältniss der Halbmesser oder der Bogen, welche sich hier wie 1 zu 33,5 verhalten, noch viel weiter haben gehen können: da es aber, wo nicht ganz unmöglich; doch höchst schwer werden dürfte, die zur Einheit angenommene halbe Decimallinie mit einer, dieser feinern Theilung angemessenen, grössern Schärfe zu bestimmen; so würde man nicht ohne Grund besorgen müssen, auf der einen Seite diejenige Genauigkeit zu verlieren, welche man auf der andern zu gewinnen hoffte.

Es ist nun noch zu bestimmen übrig, in wie fern die Temperatur der Luft auf dieses Werkzeug eine Veränderung hervorbringe. Weil der längere Arm ein Absehen von feinem Drahte hat, das bei jeder Veränderung auf die Halbmesser des Kreisbogens fällt; so hat die von der Wärme an diesem Arme entstandene Ausdehnung auf das Instrument keinen Einfluss, wenn die erwählte Grundplatte, welche hier von Schiefer ist, und also der Halbmesser des Kreisbogens, unverändert bleibt. Hingegen verdient die Ausdehnung des kleinen Arms und des messingenen Gradbogens in Betrachtung gezogen zu werden. Wenn man aus den Versuchen, welche in dem Gehler-

schen physikalischen Wörterbuche unter dem Artikel: Pyrometer, neben einander gestellt sind, das Mittel nimmt; so beträgt die Ausdehnung von der Kälte des Eispunkts bis zur Wärme des Kochpunkts, bei dem Eisen 0,00088 und bei dem Messinge 0,00153 der Länge des Stabes. Da nun dieser grosse Unterschied in der Wärme von achtzig Graden bei diesem Stubeninstrumente sich kaum zur Hälfte ereignen kann; so nehme ich für die gröfste Ausdehnung des Eisens 0,00044 und des Messings 0,00076 an. Hierdurch würde der kleine Arm, welcher 2,25 Linien lang ist, vermöge dieser Ausdehnung um 0,00099 Linien länger geworden seyn. Da nun der längere Arm, oder vielmehr der Halbmesser des Bogens, 75,5 Linien hält; so ist die Vergrösserung vor der Ausdehnung $= \frac{75,5}{2,25} = 33,55$, nach der Ausdehnung aber wird sie $= \frac{75,5}{2,25099}$ $= 33,54$. Es ist also in diesem Falle das vergrösserte Maafs für eine halbe Decimallinie, welches 16,7 Linien lang und in 50 Theile getheilt ist, um 0,01 Linie oder um 0,03 eines solchen Theils zu grofs bestimmt worden; welcher kleine Theil aber als eine unmerkliche Gröfse verschwindet, da man nur noch 0,25 eines solchen

Theils ſchätzen kann. Die Ausdehnung des Meſſings oder des vergröſserten Maaſses für dieſe halbe Decimallinie iſt ebenfalls geringfügig, denn ſie beträgt ſehr wenig über 0,03 eines unſrer Theile, und beide Fehler zuſammengenommen geben noch nicht 0,1 eines dieſer Theile. Man ſieht aber hieraus, daſs dieſer Fehler wirklich ſichtbar werden würde, wenn man die Vergröſserung viel höher treiben, und zu dieſer Abſicht das Inſtrument ſehr vergröſsern wollte.

III.

BESCHREIBUNG

einiger Vorrichtungen und Versuche, welche bestimmt sind, darzuthun, dass mehrere tropfbare Flüssigkeiten, wenn man sie vom Drucke der Atmosphäre ganz oder grössten Theils befreiet, in den Zustand elastischer oder luftförmiger Flüssigkeiten übergehen,

von

Herrn D. van Marum
in Haarlem. *)

Schon Lavoisier hat eine Vorrichtung erdacht, durch die er zeigte, dass mehrere Flüssigkeiten

*) Description de quelques Appareils chymiques nouveaux ou perfectionnés, de la Fondation Teylerienne et des Expériences faites avec ces Appareils par Martinus van Marum, à Haarlem 1798, 116 S., 4., mit 15 grossen Kupfertafeln. Vom Texte auch eine Ausgabe in holländischer Sprache. Herr van Marum selbst forderte den sel. Gren bei Uebersendung dieses Werks auf, es für sein physikalisches Journal zu benutzen, in welchem von den eilf Abhandlungen schon vier vor dem Drucke des Werks, in einer Uebersetzung mitgetheilt waren. (*Aelt. Journ.*, B. V, S. 154, die *erste*, B. VI, S. 1, die *zweite*; *Neues Journal*, B. III, S. 96, die *vierte*, und B. III, S. 369, die *siebente*.) Gren hatte auch die Absicht,

lediglich durch den Druck der Atmoſphäre gehindert werden, in einen luftförmigen Zuſtand überzugehen. Er bediente ſich dazu eines kleinen gläſernen Flacons, zwölf bis funfzehn Linien weit und zwei Zoll hoch, den er ganz mit einer Flüſſigkeit anfüllte und mit einer angefeuchteten Blaſe feſt zuband, indem er über ihr, um den Hals des Fläſchchens, groben Zwirn ſehr dicht und oft umherwand, und über die erſte noch eine zweite Blaſe befeſtigte. Dieſes Glas ſetzte er auf die Luftpumpe unter eine Glocke, die oben mit einer Lederbüchſe verſehen war, durch welche ein Stab ging, der ſich unten in eine Spitze oder in eine ſehr ſcharfe Schneide endigte. Nachdem der luftleere Raum unter der Glocke gebildet war, drückte er den Stab herunter und durchſtach damit die Blaſe. *) Zu Anfang meiner chemiſchen Vorleſungen, im Jahre 1792, in welchen ich

die ſieben übrigen Abhandlungen nachgerade in den Annalen der Phyſik erſcheinen zu laſſen. Da indeſs die Beſchreibung der mehr chemiſchen Apparate ſchon für das chemiſche Journal des Herrn Scherer; benutzt wird, ſo ſchränke ich mich auf dieſen phyſikaliſchen Aufſatz, (S. 93 — 100,) und auf die Beſchreibung einer ſehr einfachen Luftpumpe ein, die in einem der nächſten Stücke folgt. d. H.

*) Lavoiſier *Traité de Chymie*, T. 1, p. 9.

Lavoisiers *Traité de Chymie* erklärte, stellte ich diesen Versuch auf dieselbe Art an, fand aber, daſs es auſserordentlich schwer sey, das Glas so mit der Blase zuzubinden, daſs nicht ein kleines Luftbläschen darin bleibt. Und diese Luft, sey sie auch noch so wenig, macht, daſs der Versuch nicht selten miſsglückt, wenn sie sich bei groſser Verdünnung stark ausdehnt.

Ich bediente mich daher in der Folge einer kleinen Flasche, welche auf Tafel IV, Fig. 1, unter *a* vorgestellt ist, und die ich in einen messingenen Ring *b*, auf der Schraube *c* festkütten lieſs, um sie vermittelst dieser Schraube auf den Teller der Luftpumpe aufzuschrauben. In diese Flasche paſst ein messingener Stöpsel, der in ihr mit Schmirgel eingerieben ist und sie vollkommen verschlieſst. Der Stab, der durch die Glocke der Luftpumpe geht, endigt sich in eine Schraube, zu der sich in diesem Stöpsel die Schraubenmutter befindet, so daſs sich der Stöpsel durch diesen Stab herausziehen läſst, wenn die Luft hinlänglich verdünnt ist. Dieser Apparat leistete die besten Dienste, und der Versuch mit dem Verdünsten des Aethers oder Ammoniaks im luftleeren Raume der Glocke, miſsglückte mir damit nie. Auch kann man mit demselben leichter und sicherer als mit Flaschen, die mit einer Blase zugebun-

den sind, Versuche über das Verdünsten des Wassers, des Weingeistes und anderer Flüssigkeiten, die weniger flüchtig sind, anstellen.

Bei diesen letztern Flüssigkeiten sind jedoch die Wirkungen der Verdünstung minder sichtbar und minder überraschend, als beim Aether oder dem Ammoniak, da sie beim Oeffnen der Flasche nicht, so wie diese, aufbrausen. Auch steigt das Quecksilber in der Barometerröhre der Luftpumpe beim Verdünsten des Wassers nur um wenige Linien, beim Verdünsten des Aethers und Ammoniaks hingegen um zehn Zoll, und kann daher nur wahrgenommen werden, wenn man sich dicht an die Glocke stellt und die Barometerröhre unverwandt im Auge behält. Dieses veranlaſste mich, auf ein Mittel zu sinnen, um das *Verdünsten des Wassers* bei öffentlichen Vorlesungen mehrern Personen zugleich recht sichtbar zu machen, und das gelang mir vollkommen bei der Vorrichtung, welche in Fig. 2, auf die Hälfte des wahren Maaſses reducirt, abgebildet ist.

Die Glaskugel *A* und die damit verbundene Röhre *bc*, sind ganz mit Wasser gefüllt, welches durch Aufsieden so viel wie möglich von Luft befreiet ist. Sie ruht auf einer Messingplatte *de*, die man in den Teller der Luftpumpe einschraubt, und wird vom Ringe *f* an ihrer Stelle erhalten.

Die Röhre *bc* geht durch eine Messingplatte *gh*, welche vermittelst zweier Schrauben auf die beiden Säulen *i*, *k* befestigt ist, und über die das Ende der Röhre ungefähr noch zwei Linien weit hervorragt. Das untere Ende des Stabes *l*, welcher durch eine lederne Hülse in die Glocke hinabgeht, ruht in einem Loche der Platte *gh*, und trägt einen horizontalen Arm *m*, welcher bestimmt ist, das Ende der Röhre *bc* abzubrechen, indem man den Stab *l* umdreht. — Steht die Glaskugel gehörig, so stürzt man den Cylinder *ro* darüber, der einen abgeschliffenen Rand hat und genau in den Messingring *pq* passt, nachdem man zuvor dicht um diesen Ring her erweichtes Wachs gelegt hat. Man drückt den Cylinder stark an, und giesst dann bis zur Höhe von ½ oder ¾ Zoll über *c* ein recht durchsichtiges Oehl hinein, welchem das Wachs, so lange der Versuch dauert, den Ausfluss hinreichend wehrt. Alsdann setzt man die Glocke darüber, in welche der Stab *l* durch eine lederne Hülse hinabgeht, und schiebt diesen in die für ihn bestimmte Oeffnung der Platte *gh* hinab.

So bald die Luft unter der Glocke möglichst verdünnt ist, und das Queckfilber in der Barometerröhre nur noch zwei Linien hoch, oder niedriger steht, dreht man den Stab *l* um, und

bricht das Ende *c* der Röhre *bc* ab. Alſobald ſieht man einen luftförmigen Stoff in Blaſen durch das darüber ſtehende Oehl aus der Röhre hervorſteigen, und dieſer Stoff rührt augenſcheinlich vom Waſſer her, welches, wenn der Druck auf die Oberfläche deſſelben ſo geringe iſt, in einen dampfförmigen Zuſtand übergeht. Bei einer Temperatur von 56° nach Fahrenheit, oder 10° nach Reaumür, dauert dieſes Verdünſten, bis das Queckſilber auf ungefähr vier Linien in der Barometerröhre angeſtiegen iſt. Dann hindert der Druck, den die erzeugten Dämpfe auf das Waſſer in *bc* ausüben, das fernere Verdünſten. In je höherer Temperatur man dieſen Verſuch macht, deſto länger dauert die Verdünſtung und deſto höher ſteigt, verhältniſsmäſsig, das Queckſilber. Pumpt man die entſtandenen Dämpfe aus, ſo geht das Verdünſten ſogleich wieder von ſtatten. Und ſo läſst ſich mit dieſem Apparate wiederhohlendlich auf die überraſchendſte Art zeigen, daſs das Waſſer Dampf- oder Luftgeſtalt annimmt, ſo bald der Druck, den die Luft oder Dämpfe auf deſſen Oberfläche ausüben, nur klein iſt.

Ich habe mich deſſelben Apparats mit dem beſten Erfolge bedient, um darin das *Verdünſten des Alkohols* zu zeigen. Sie währt bei einer Temperatur von 56° nach Fahrenheit, oder 10° nach

Reaumür, bis das Queckſilber in der Barometer-röhre auf 1,5 Zoll angeſtiegen iſt.

Da dieſe Verwandlung tropfbarer Flüſſigkeiten in elaſtiſche oder luftförmige, die erfolgt, wenn ihre Oberfläche keinen oder doch nur einen ſehr geringen Druck leidet, einen der Fundamental - Sätze der neuern Chemie ausmacht; ſo ſuchte ich ſie auf mehrere Arten anſchaulich zu machen. Dazu diente mir auch folgender Apparat, der, wie ich nachher fand, dem Apparate ſehr ähnlich iſt, deſſen der berühmte Profeſſor Volta zu Pavia, ſich, laut eines Briefs von Vacca Berlinghieri an Seguin, der in den Annales de Chymie, t. 12, p. 292, abgedruckt iſt, bedient hat.

A und *B* in Fig. 3 ſind zwei eiſerne Röhren, ¾ Zoll im Durchmeſſer, die unten verſchloſſen und auf den hölzernen Dreifuſs *C* befeſtigt ſind. Auf ihnen ſteht ein viereckiger eiſerner Kaſten, in deſſen Boden die Röhren ſich öffnen, und an deſſen Hinterſeite ein 36 Zoll langes Bret befeſtigt iſt. Die Seiten dieſes Brets *ef*, *gh* ſpringen 1½ Zoll weit hervor, und tragen Maaſsſtäbe, auf welche Zolle und Linien, franzöſiſches Maaſs, verzeichnet ſind. Dieſes Bret, deſſen horizontalen Querſchnitt Figur 4 darſtellt, hat ſechs Riefen, um eben ſo viel Barometerröhren aufzunehmen, de-

ren obere Enden vermittelst des kupfernen Riegels *ik* an das Bret angedrückt, und die auf diese Art in ihrer Lage festgehalten werden. Die Barometerröhren, die ich dazu nahm, waren vier Linien weit, und das Quecksilber in ihnen, durch das Auskochen in den Röhren, von Luft und Dämpfen möglichst gereinigt.

Nachdem ich die Röhren *A* und *B*, und überdies noch die Hälfte des Kastens *D* mit Quecksilber angefüllt hatte, stellte ich eine von jenen sechs Barometerröhren, gleich einem gewöhnlichen Barometer, neben den Maafsstab *ef*, um mich ihrer bei den Versuchen als Mefsbarometer zu bedienen. In die zweite jener Röhren brachte ich ein wenig *Wasser*, welches eine Höhe von zwei Linien über dem Quecksilber einnahm; und dieses läfst sich leicht folgender Mafsen bewerkstelligen. Man nimmt die Barometeröhre, die ganz mit Quecksilber gefüllt, und unten zugeschmolzen ist, in die Hand, hebt ein wenig mehr als zwei Linien Quecksilber heraus, füllt dafür die Röhre wieder mit Wasser, verschliefst sie dann mit dem Finger, kehrt sie um, das zugeschmolzene Ende nach oben, und setzt sie mit dem offenen Ende in den Kasten, neben das erstere Barometer. So wie man die Röhre umkehrt, steigt das Wasser durch das Quecksilber herauf:

kaum hat man den Finger fortgenommen, (dann das Queckſilber ſinkt und über dem Waſſer einen luftleeren Raum bildet;) ſo verwandelt ſich ein Theil des Waſſers, das auf dem Queckſilber ſchwimmt, in eine luftförmige Flüſſigkeit, und bewirkt dadurch, daſs das Queckſilber tiefer, als in der daneben hängenden Barometerröhre, herabſinkt.

Ich brachte auf dieſelbe Art in drei der übrigen Barometerröhren zwei Linien *Alkohol*, *Vitriol-Aether*, *Ammoniak*, und hing ſie in das Queckſilber *D*, neben jene Röhren. Die elaſtiſchen Flüſſigkeiten, in welche dieſe tropfbaren Flüſſigkeiten ſich augenblicklich verwandeln, wenn ſie ſich in der Leere über dem Queckſilber des Barometers befinden, bringen das Queckſilber beträchtlich zum Fallen; und zwar *Waſſer* um 0,4 Zoll, Alkohol um 1,5 Zoll, Ammoniak um 7,2 Zoll, und Vitriol-Aether um 12,5 Zoll, bei einer Temperatur von 56° nach Fahrenheit, oder 10° nach Reaumür.

Der Unterſchied in der Queckſilberhöhe, der durch die entwickelten elaſtiſchen Flüſſigkeiten bewirkt wird, läſst ſich durch Hülfe des beweglichen horizontalen Index *lm* genau angeben und meſſen, indem man den obern Rand des Index in die Ebene bringt, die durch das obere Ende der niedriger

stehenden Quecksilbersäule geht, und so diese Höhe, mit der im Barometer, an der Scale vergleicht.

Diese Unterschiede der Quecksilberhöhen bei einerlei Temperatur, stimmen vollkommen mit den Höhen überein, zu welchen im luftleeren Raume der Luftpumpe, das Quecksilber durch Entwickelung jener elastischen Flüssigkeiten bei einerlei Temperatur erhoben wurde.

Der letztere Apparat hat zweierlei Vorzüge vor dem erstern, bei welchem man sich der Luftpumpe bedient. *Erstens* ist er stets im fertigen Stande, um sogleich und ohne Weitläuftigkeit den Uebergang tropfbarer Flüssigkeiten in elastische im luftleeren Raume darzuthun, und zwar nicht, wie unter der Luftpumpe, bloss bei Einer Flüssigkeit, sondern bei mehrern zugleich. *Zweitens* läßt sich vermittelst desselben zeigen, (was unter der Luftpumpe nicht möglich ist,) daß die elastischen Flüssigkeiten, die im luftleeren Raume aus tropfbaren Flüssigkeiten entstanden sind, sogleich ihre Elasticität verlieren und in einen tropfbaren Zustand zurücktreten, wenn man sie dem Drucke der Atmosphäre aussetzt. Zu dem Ende braucht man nur die Röhren, welche diese Flüssigkeiten enthalten, eine nach der andern in die mit Quecksilber angefüllte Röhre A

der *B* hinabzulassen: denn alsdann verschwindet die elastische Flüssigkeit in der Barometerröhre gänzlich, und das Quecksilber, sammt der darüber stehenden tropfbaren Flüssigkeit, steigt bis in die äusserste Höhe der Röhre, und füllt sie ganz aus; ein Zeichen, dass die elastische Flüssigkeit dann gänzlich in den tropfbaren Zustand zurückgetreten ist. Zieht man darauf die Röhre wieder aus dem Quecksilber dreissig Zoll weit über dessen Oberfläche in *D* heraus, so erscheint die elastische Flüssigkeit sogleich wieder, in welche die tropfbare Flussigkeit augenblicklich übergeht, so bald sie sich in dem luftleeren Raume befindet, der alsdann über dem Quecksilber entsteht.

* * *

Erhöht man den Luftdruck auf einer der elastischen Flüssigkeiten, dergleichen sich in den vorigen Versuchen aus tropfbaren Flüssigkeiten durch Aufhebung des Luftdrucks entwickelten, z. B. auf Ammoniakgas; so muss die umgekehrte Wirkung erfolgen, und dieser luftförmige Stoff in tropfbares Ammoniak verwandelt werden. Dieser artige Versuch glückte mir in der That, mit Hülfe meiner Compressions-Maschine. *)

*) Die Beschreibung derselben in einem der nächsten Stücke. d. H.

Ich brachte Ammoniakgas, durch Wärme gebildet, in eine oben zugeschmolzene Röhre *ab*, (Fig. 5,) setzte sie, ihre Oeffnung nach unten gekehrt, in ein Gefäss mit Quecksilber *c*, und daneben eine zweite gleich hohe und weite Röhre *de* mit atmosphärischer Luft, so dass die Luftarten in beiden gleichen Raum einnahmen. Dieses Gefäss wurde, mit einer Scale verbunden, unter den Recipienten der Compressions-Maschine gesetzt. Bevor noch die Luft um das Doppelte verdichtet ist, sieht man, dass das Ammoniakgas sich in der Röhre *ab* in einen engern Raum als die atmosphärische Luft in der Röhre *de* zusammengezogen hat, dass es mithin stärker verdichtet ist. Und treibt man die Verdichtung so weit, dass die atmosphärische Luft in *de* nur ⅓ des vorigen Raums einnimmt, (da dann ihre Dichtigkeit dreifach, folglich auch, nach dem Mariottischen Gesetze, die zusammendrückende Kraft dreifach ist;) so steigt das Quecksilber in *ab* bis an das Ende der Röhre hinauf, und das Ammoniakgas ist gänzlich in eine tropfbare Flüssigkeit übergegangen. *)

*) Nicht für jeden luftförmigen Stoff findet also das *Mariottische Gesetz* Statt, wie es Einige meinten. Ein Druck, der einen gewissen bestimmten Grad übersteigt, hebt bei manchem den elastischen Zu-

Sobald man den Hahn öffnet und der comprimirten Luft aus dem Recipienten den Ausgang verstattet, erscheint das Ammoniakgas wieder in seiner luftförmigen Gestalt, und nimmt, wenn die erste Dichtigkeit der Luft wiederhergestellt ist, fast den ganzen vorigen Raum der Röhre ab wieder ein. Diesen interessanten Versuch habe ich zum ersten Mahle im März 1787, gemeinschaftlich mit Herrn **Paets van Troostwyk** angestellt.

stand gänzlich auf, und bringt den tropfbaren hervor, bei dem weiter keine merkliche Verdichtung Statt findet. Das könnte bei der atmosphärischen doch auch vielleicht der Fall seyn. Und dann hätte nicht bloss das Mariottische Gesetz, sondern auch alle Verdichtung, bestimmte Schranken, wie das sehr wahrscheinlich ist. d. H.

IV.

BESCHREIBUNG
des von H. Haſſenfratz verbeſſerten Ramsdenſchen Areometers. *)

Dieſes Inſtrument, ſo wie es Ramsden einrichtete, **) beſtand in einer kleinen Schnellwage aus Meſſing. Auf dem längern Arme wird nach Art

*) *Annales de Chymie, An 6, No. 76, 77, 80, Trois Mémoires de Haſſenfratz de l' aréométrie.* Dieſe Abhandlungen machen den Anfang einer vollſtändigen Arbeit über Areometer, die Haſſenfratz in ſieben Memoiren zu vollenden denkt. Das erſte enthält die allgemeine Theorie, in der wir eben nichts Neues, eher manchen kleinen Miſsverſtand gefunden haben, und die Beſchreibung des verbeſſerten Ramsdenſchen Areometers; das zweite, die Beſchreibung verſchiedener Senkwagen; das dritte, vierte und fünfte, Methoden, beſſer eingetheilte Senkwagen für Soole, Säuren und Weingeiſt zu bilden; das ſechste und ſiebente, Vergleichungen der gebräuchlichen mit dieſen verbeſſerten Eintheilungen, und eine leichte Art, dieſe Eintheilung aufzutragen. Ein Mitarbeiter hat das Neue aus dieſen etwas weitſchweifigen Abhandlungen kurz ausgezogen, und dieſe Beſchreibung macht davon den Anfang. d. H.

**) Es iſt unter andern beſchrieben im *Journal de Phyſique, An 1792, Juin.*

der römischen Wagen ein bestimmtes Gewicht nach Willkühr verschoben; an den andern ist eine mit Quecksilber gefüllte Glaskugel an einem Pferdehaare aufgehängt. Diese Kugel wird in die Flüssigkeiten eingetaucht, und man schliesst aus dem Gewichtsverluste, den sie in denselben erleidet, auf die specifische Schwere der Flüssigkeiten.

So bequem dieses Werkzeug zur Bestimmung des specifischen Gewichts der Flüssigkeiten war, so reichte man doch damit für das specifische Gewicht fester Körper nicht aus, deren Gewichtsunterschiede zu beträchtlich sind, als dass man durch das Verschieben des Gewichts, welches bei leichtern hinlängliche Genauigkeit gab, auch bei schwerern die gehörige Schärfe in der Bestimmung hätte erhalten sollen.

Um dieses zu bewerkstelligen, bringt H. Hassenfratz auf dem längern Arme der Wage zwei Gewichte *A* und *B*, Taf. III, Fig. 7, an, die sich beide für sich verschieben lassen, und von denen das eine durch seine Stellung Grammen, (gleich 18,841 Grän,) das andere Centigrammen, (gleich $\frac{1}{5}$ Grän,) angiebt. Man bringt auf dem Arme, nach Gefallen, entweder für jedes der beiden Gewichte eine besondere, oder für beide eine gemeinschaftliche Eintheilung an. Das Grammengewicht

stellt man auf einen der Theilstriche, dem Gleichgewichte so nahe wie möglich, und bewirkt dieses dann vollends durch die Stellung des Centigrammengewichts, so daſs beide vereint das Gewicht des abzuwiegenden Körpers in Grammen und Centigrammen angeben. An das Ende des kleinen Arms wird, an einem sehr dünnen Drahte von Platin, der Körper, dessen Gewicht man wissen will, aufgehängt. Ungeachtet die Wassermasse, welche dieser Draht verdrängt, wenn er eingetaucht wird, sehr geringe ist, so kann man doch selbst diesen geringen Verlust, durch das Verschieben eines kleinen Hütchens *C*, ersetzen.

Nach dieser Einrichtung dient das Werkzeug, welches weder zerbrechlich, noch durch eine Menge feiner Gewichte beim Gebrauche und auf Reisen beschwerlich ist, zugleich als Wage des absoluten und des specifischen Gewichts der Körper. — In ein Kästchen gepackt, kann man es in der Tasche tragen; und statt des langen Glasbechers, der bei andern Senkwagen nöthig ist, dient ein gewöhnliches Trinkglas.

Diese Wage mit einer Eintheilung nach dem neuen Grammen- und nach dem alten Markgewichte kostet bei Ferrat, *Ingénieur en Instru-*

mens de mathematiques in Paris, achtzehn Franken, deren jeder einen *Livre tournois* gilt.

Sie kann auch ſehr leicht zur Beſtimmung des ſpecifiſchen Gewichts der Flüſſigkeiten eingerichtet werden, wenn man an den Platindraht eine mit Queckſilber beſchwerte Glaskugel hängt. Da aber hier wiederum die Unannehmlichkeit des leichten Zerbrechens eintritt, ſo werden diejenigen, welche an phyſikaliſche Geräthſchaften etwas wenden können, wohl thun, ſich eine hohle Kugel von einem Metalle, wie Gold und Platin, das nicht leicht verkalkt wird, verfertigen zu laſſen, oder wenigſtens eine hohle vergoldete Metallkugel, die ſich durch einen Ausguſs mit Harz oder einem ähnlichen Stoffe leicht gegen Beulen ſchützen läſst.

Zuſatz des Herausgebers.

Bei dieſem Gebrauche, zur Beſtimmung des ſpecifiſchen Gewiehts der Flüſſigkeiten, hat das Ramsdenſche Areometer vor den gewöhnlichen Senkwagen den groſsen Vorzug, daſs ſich darauf ohne Schwierigkeit eine gleich getheilte Scale reiſsen läſst, die ſogleich das ſpecifiſche Gewicht jeder Flüſſigkeit, in welche die Kugel getaucht wird, angiebt, indeſs eine ſolche Scale bei den gewöhnlichen Senkwagen, nach Beaumé's Art, aus ungleichen

Theilen besteht, die aufzutragen, mühsam und unsicher ist.

Soll es eine *allgemeine Senkwage*, für jede Art von Flüssigkeit werden, so ist das Instrument so einzurichten, dass, wenn die Kugel in destillirtes Regenwasser getaucht wird, der Ort der Läufer so ziemlich in der Mitte des längern Armes liegt, so dass die Läufer sich für specifisch schwerere Flüssigkeiten nach dem Ruhepunkte zu, für specifisch leichtere von dem Ruhepunkte ab, gehörig weit verschieben lassen. Mit dem grössern Läufer läßt sich z. B. die Veränderung des specifischen Gewichts bis auf Fünfhundertel, mit dem kleinern bis auf Tausendel anzeigen.

Will man das Areometer zu einer Senkwage für Mischungen zweier bestimmter Flüssigkeiten, z. B. zu einer *Soolwage* oder einem *Alkoholometer*, einrichten, und verlangt dabei nicht, bis über Hundertel hinaus zu gehen: so reicht man mit dem einen Läufer *A* aus, der so einzurichten ist, dass er, bei der Soolwage, am äussern Ende des Arms geschoben, die Metallkugel, in destillirtes Regenwasser getaucht, gleich wiegt, unweit des Drehpunkts hingegen der Metallkugel, wenn sie in die stärkste Soole versenkt wird, das Gleichgewicht hält; bei dem Alkoholometer umgekehrt. Hat man den Ort des Läufers in beiden Lagen genau bemerkt, und es ist z. B. das specifische Gewicht geschwängerter Soole 1,21, oder des reinsten Weingeistes 0,79; so hat man nur den gefundenen Fundamentalabstand, sowohl bei der Sool- als bei der Weingeistwage, in 21 gleiche Theile zu theilen, und dabei, vom Orte des Läufers für destillirtes Wasser an, (bei welchem 1 zu stehen kommt,) nach

dem Ruhepunkte zu, die Zahlen 1,01, 1,02 u. f. f., vom Ruhepunkte abwärts 0,99, 0,98 u. f. w. zu fetzen, um eine Sool- oder Branntweinwage zu erhalten, die fogleich die fpecififchen Gewichte jeder Soole oder jedes Weingeiftes, folglich mittelbar auch die Antheile von Salz und Waffer, oder von Weingeift und Waffer in ihnen angiebt, und daher den gewöhnlichen Senkwagen, nach Beaumé's Art, mit ihrer nichtsfagenden Eintheilung, weit vorzuziehen ift, und diefe billig aus den Werkftätten und chemifchen Laboratorien verdrangen follte. Auf eine ähnliche Art ift die Eintheilung für eine allgemeine Senkwage zu machen.

Dafs aber auf dem Ramsdenfchen Areometer, für gleiche Veränderungen in der Dichtigkeit des Fluidi, in welches die Kugel getaucht wird, der Läufer immer gleich viel verrückt, folglich für gleichmäfsig wachfende oder abnehmende Dichtigkeiten, die Scale gleich getheilt werden müffe, dafür giebt Herr Haffenfratz einen unftatthaften Grund an, der leicht verleiten könnte, die Richtigkeit diefer Eintheilung in Zweifel zu ziehen, und der mir deshalb eine Berichtigung zu verdienen fcheint. „Da der Gewichtsverluft der Kugel", fagt er, „in verfchiedenen Flüffigkeiten, fich direct, wie die Dichtigkeit diefer Flüffigkeiten verhält; fo müffen die Gewichte, welche der Kugel das Gleichgewicht halten, in demfelben Verhältniffe feyn, (!) und deshalb *les divifions du lévier, correfpondant à des denfités égales, doivent être des divifions égales.*"

Wiegt die Kugel in der Luft Q, in den Flüffigkeiten P, P' Gran; fo ift ihr Gewichtsverluft im Waffer $Q - P$, $Q - P'$ Gran. Diefe Gröfsen ftehen allerdings

im Verhältnisse der Dichtigkeiten der Flüssigkeiten; al aus ihrem Verhältnisse läſst sich auf das Verhältniſs P: im Allgemeinen nichts schlieſsen, und dieses ist viel weniger als jenem gleich. Wäre das der Fall, so würden sich die Dichtigkeiten verkehrt, wie die Abstän des Läufers vom Ruhepunkte verhalten, und dann gehörten keinesweges zu gleichen Veränderungen in d Dichtigkeit, gleiche Eintheilungen des längern Arms.

Folgendes ist der Beweis für die angegebene Eintheilungsart des Ramsdenschen Areometers als Senkwage. Der Läufer wiege P Gran. Die Entfernung desselben vom Ruhepunkte sey, wenn die Kugel in der Luft abgewogen wird, c Linien; wenn sie in destillirte Regenwasser, bei der Temperatur von 10° Reaum., gewogen wird, a Linien; und endlich x Linien, wenn man sie bei derselben Temperatur in einer Flüssigkeit abwiegt, deren specifische Schwere m ist, (die specifische Schwere des destillirten Regenwassers bei einer Wärme von 10° nach Reaumür, wie immer, 1 gesetzt. Alsdann ist der Gewichtsverlust der Kugel im Wasser $Pc - Pa$; ihr Gewichtsverlust in der m mahl specifisch schwerern Flüssigkeit $Pc - Px$; und da diese Gewichtsverluste im Verhältnisse der specifischen Schweren beider Flüssigkeiten stehen, $P \cdot (c - a)$: $P \cdot (c - x) = 1 : m$, folglich $c - x = m \cdot (c - a)$ und $x = c - (c - a) \cdot m$.

Die specifische Schwere der Flüssigkeit, m, und die dazu gehörige Entfernung des Läufers vom Ruhepunkte, x, sind also zwar nicht indirect proportional, hängen aber doch von einander nach einer Gleichung des ersten Grades ab, so daſs, wenn m gleichförm

wächst, x gleichförmig abnimmt, und umgekehrt. *) Verändert sich also die Dichtigkeit der Flüssigkeit von 1 bis 1,21 durch alle Hundertel; so verändert sich auch die Entfernung des Theilstrichs vom Ruhepunkte immer um gleich viel, und zwar um den ein und zwanzigsten Theil des Fundamentalabstandes, den man daher nur in 21 gleiche Theile zu theilen braucht, um die Stellen des Läufers für die nach Hunderteln wachsenden oder abnehmenden specifischen Gewichte zu erhalten.

Ist der einzutheilende Arm der Schnellwage so lang, dass der grosse Läufer sich weit genug verschieben lässt, um der Kugel, wenn sie in der Luft gewogen wird, das Gleichgewicht zu halten, so bemerke man die Stelle des Läufers in diesem Falle, und beobachte auch den Ort des Läufers, wenn die Kugel in destillirtem Wasser, welches die Temperatur von 10° Reaum. hat, abgewogen wird. Da die Dichtigkeit der Luft hierbei

*) Sind nämlich Δx, Δm zwei zusammengehörige Veränderungen, so ist $\Delta x = -(c-a) \cdot \Delta m$. Construirt man die gefundene Gleichung geometrisch, so wird jedes x durch das dazu gehörige m, vermittelst zweier gerader Linien, von bestimmter Lage, ae und df, (Fig. 8,) gegeben, die sich in einem Punkte b so durchschneiden, dass, wenn man auf ae von a an, die Dichtigkeiten als Abscissen nimmt, und die dazu gehörigen Perpendikel ef die Abstände x bedeuten, ab $= \frac{c}{c-a}$, und das Perpendikel ad $= c$ ist. Zu gleichen Veränderungen auf ae, gehört dann immer ein gleicher Unterschied der Perpendikel ef.

für nichts zu rechnen ist, so theile man diesen Abst (der in unsrer Formel den Werth $c - a$ hat,) in viel gleiche Theile, als nach dem verlangten Wer eines Theils der Scale, auf die Dichtigkeiten von o b kommen müssen. Dieses giebt die zuverlässigste E theilung, die von dem Irrthume frei bleibt, der s aus der falsch angenommenen specifischen Schwere Flüssigkeit, die man zur Bestimmung des Fundamen abstandes gebraucht hat, entstehen könnte.

Selbst wenn der einzutheilende Arm des Areor ters zu kurz ist, um diese Eintheilungsart zuzulassen, u es ist nur das specifische Gewicht der Kugel, g, ger bekannt, so läſst sich hieraus, und aus der Stelle Läufers, wenn die Kugel in destillirtem Wasser ab wogen wird, jener Abstand $c - a$, (folglich auch Gröſse jedes einzelnen Theils auf dem längern Arme leicht in Linien berechnen, und so die Eintheilung a tragen. Es ist nämlich $c = \frac{a \cdot g}{g - 1}$, woraus sich $c -$ und die Länge jedes Theils ergiebt.

(Mehr aus diesen Memoiren im folgenden Hefte.)

V.

GESCHICHTE der Naturwissenschaft;

als akademische Vorlesungen vorgetragen

von

D. Fr. Albr. Carl Gren.

Ein Fragment aus dessen nachgelassenen Papieren. *)

Einleitung.

I. Plan und Umfang.

Die Geschichte der Wissenschaften sammelt die ersten Materialien und Bruchstücke, aus denen

*) Die Form akademischer Vorlesungen hatte der seelige Gren wohl nur gewählt, weil sie grössere Freiheiten und mehr Lebhaftigkeit als der gewöhnliche historische Vortrag gestattet. Das, was wir hier mittheilen, war zum Theil schon mundirt; und der Verfasser würde es so der Presse übergeben haben, hätte seine schwächliche Gesundheit ihm erlaubt, die Arbeit auf diese Art zu vollenden. Freilich enthält es nur die Einleitung und die erste Anlage zu dem grossen historischen Werke über die Physik, dessen Bearbeitung eine Zeit lang zu den Lieblingsplanen Grens gehörte; auch hatte man, so viel wir diesen verdienten Gelehrten zu kennen glauben, von ihm viel mehr in der Geschichte der neuern Physik zu erwarten,

nachher das Gebäude der Wissenschaften errichtet wurde, und sucht die Quellen auf, woraus die Kenntnisse ausflossen; sie forscht dem Ursprunge desjenigen nach, was das Gebiet unsrer Einsichten in den Zusammenhang von Ursache und Wirkung erweitert; sie zeigt uns die Lagen, worin sich die Wissenschaften in den verschiedenen Zeitaltern befanden, und die Fortschritte, die sie bey verschiedenen Völkern machten; sie lehrt uns aber auch zu gleicher Zeit die Abwege kennen, auf welchen sich diejenigen verirrten, die sie trieben, und die Hindernisse, die sie zu

als da, wo er dem ersten Ursprunge wissenschaftlicher Kenntnisse im fabelhaften Dunkel der Vorzeit nachspürte, und wo die Dürftigkeit der Materie zu grofs ist, als dafs nicht Alle, die sich auf das Ausmahlen einlassen, gar bald zusammentreffen und in die allgemeine Culturgeschichte überschweifen sollten. Dennoch, glauben wir, werden die Verehrer des Verfassers es nicht ungern sehen, dafs wir dieses Bruchstück aus den wenigen hinterlassenen Handschriften Grens, (auch wenn das in unsrer Macht gestanden hätte,) nicht unterdrückt haben. Es enthält manche interessante Idee, eine kleine Probe des gewählten Vortrags und der Ausführung, und setzt hinlänglich den Plan aus einander, bei dem wir nur fürchten, dafs er zu weit-umfassend seyn möchte, als dafs Ein Physiker allein der Ausführung desselben gewachsen seyn sollte. d. H.

überwinden hatten. Die Geschichte der Wissenschaften ist also auch immer die Geschichte der Irrthümer und der Verirrungen des menschlichen Verstandes. Sie kann daher für diejenigen, welche die nämliche Laufbahn betreten wollen, nicht anders als nützlich seyn. Dies ist der Grund, der mich veranlaſst, hier einen Abriſs der *Geschichte der Naturwissenschaft*, von ihrem ersten Ursprunge an, bis auf unsre Zeiten zu liefern. Mein Plan, nach welchem ich sie abhandeln will, ist in dem eben Angeführten enthalten. Ich will mich bemühen, die verschiedenen Lagen, worin sich die Naturwissenschaft befunden hat; die Veränderungen, die sie erfuhr; und die Umstände, die ihren Wachsthum begünstigten oder verhinderten, vor Augen zu stellen, und solcher Gestalt dem Ideale, das ich mir von einer pragmatischen Darstellung derselben entworfen habe, so viel als möglich mich zu nähern suchen.

Ich fühle es, mein Unternehmen ist groſs und übersteigt vielleicht meine Kräfte; allein ich hoffe auch, daſs die Zeit und die Unterstützung gelehrter Männer mich in Stand setzen wird, meine Arbeit der Vollkommenheit immer näher zu bringen. Ich kenne die Verpflichtungen des Geschichtschreibers, und werde sie nie aus den Augen setzen. Unparteilichkeit und Treue sollen

mich leiten, und keine Vorurtheile des Ansehens blenden. In Ansehung der naturwissenschaftlichen Kenntnisse vergangener Zeiten und der Entdeckungen durch solche Personen, die uns selbst keine Produkte des Geistes, welche uns Data an die Hand geben könnten, hinterließen, sondern die wir nur aus den Ueberlieferungen späterer Zeugen kennen, ist eine richtige und kritische Schätzung ihres Werths um so nöthiger, weil diese Zeugen oft einen zu entfernten Abstand von jenen hatten, oder selbst durch Vorurtheile geblendet waren, oder ihre eignen Meinungen den überlieferten unterlegten, oder sie auch absichtlich verdreheten. Die Geschichte unsrer Wissenschaft ist voll von Beispielen dieser Art.

Was dem Geschichtsforscher der Welt- und Staatengeschichte die ächten und diplomatischen Urkunden sind, das sind dem Verfasser der Geschichte der Wissenschaften die Werke der Schriftsteller selbst. Sie sind ihm die eigentliche und erste Quelle, aus denen er die Geschichte ihrer Lehrmeinungen aufstellt. Beide aber haben dabei gleiche Schwierigkeiten zu überwinden, wenn es Denkmähler und Urkunden betrifft, deren Ursprung sich in die Nacht verflossener Jahrhunderte verliert, die verstümmelt auf uns gekommen sind, oder deren Sinn zweideutig ist. Hier muss

man

man sich oft mit Wahrscheinlichkeit begnügen, bis künftige Zeiten durch Entdeckung von mehrern Datis Licht verbreiten und die Wahrheit an den Tag bringen.

Die Geschichte der Erfindung von Werkzeugen und den Produkten der physischen Kunst, muss und darf nicht in der Geschichte der Physik übergangen werden. Da sie eine *gemischte* Wissenschaft ist, da ihre Folgerungen und Schlüsse bloss aus Erfahrungen abgezogen seyn können, und ihre Wahrheiten nur auf Beobachtungen und Versuche an den Körpern gegründet sind; so verdienen die Männer, welche die Summe der Beobachtungen vermehrten, neue Versuche anstellten, durch welche wir näher mit den Eigenschaften und Verhältnissen der Stoffe bekannt wurden, oder welche Werkzeuge zur Veränderung des Zustandes oder Körpers, und zur Aufschliessung ihrer verhüllten Kräfte, oder zur richtigen und genauen Beobachtung erfanden, mit denen einerlei Rang, welche uns mit den Naturgesetzen selbst bekannt machten. Aber der Ursprung mehrerer und sehr wichtiger Werkzeuge, und so vieler physischer Produkte, ist uns, so wohl in Ansehung der Zeit ihrer Erfindung, als ihrer Erfinder, unbekannt, ungeachtet viele dieser Entdeckungen von solchem Werthe sind, dass ihre Urheber

wohl verdient hätten, im Tempel des Nachruhms die Unvergeſslichkeit zu erlangen, und ungeachtet viele derſelben von unſern jetzigen Naturforſchern, mit allem Nachdenken und aller ſpeculativen Kenntniſs ausgerüſtet, nicht erfunden ſeyn würden. Viele ſchätzbare Erfindungen ſind nämlich die Sache des Zufalls geweſen, und oft von Perſonen gemacht worden, die ſie eben ſo andern überlieferten, als Handwerker ihre Künſte dem Lehrlinge ohne ſchriftlichen Unterricht mittheilen, deren Erfindung ſich ſo Jahrhunderte durch bleibend in der Ausführung erhält, auch wenn der Erfinder längſt vergeſſen iſt. Viele phyſiſche und chemiſche Künſte und Produkte ſind auch erſt unmerklich und allmählig zu einem gewiſſen Grade der Vollkommenheit gekommen; das Bedürfniſs erfand ſie, änderte ſie ab und vervollkommte ſie. Es fiel den Erfindern nicht ein, ihre Erfindungen oder Verbeſſerungen ſchriftlich der Nachwelt mitzutheilen, wozu ſie auch wohl oft nicht einmahl fähig waren. Nach Jahrhunderten, ja, nach Jahrtauſenden, ſtaunt nun der Forſcher, der das Ganze der Operation überſieht, und die Gründe des Verfahrens entwickelt, wie man, ohne wiſſenſchaftliche Kenntniſſe zu beſitzen, ſo ſinnreiche Operationen habe erfinden können. Mehrere Dinge des gemeinen Lebens geben dazu

Beispiele. Ich nenne nur das Bierbrauen und, im Hüttenwesen, die Saigerung und das Abtreiben des Silbers. — Durch den Mangel aller Nachrichten vom Ursprunge solcher Erfindungen, entsteht eine wesentliche Lücke in der Geschichte der Physik.

Um Sie, meine Herren, in den Stand zu setzen, von der Wahrheit meiner Darstellung der Geschichte der naturwissenschaftlichen Kenntniss selbst zu urtheilen, werde ich treulich die Urquellen, welche ich zu Rathe ziehe, d. h. die Schriften der Naturforscher selbst, aus welchen ich meine Beweise hernehme, ausführlich anzeigen, und mit Stellen dieser Schriftsteller selbst belegen.

Ich schränke mich bloss auf den *rationellen* Theil der Naturwissenschaft ein, mit Ausschluss der Naturbeschreibung, oder der sogenannten *Naturgeschichte*. Der Umfang würde zu gross werden, wenn ich diese eben so ausführlich mit darunter begreifen wollte. Die rationelle Naturwissenschaft hat die Naturphänomene, d. h. die Veränderungen des Zustandes der Körper, und die Begebenheiten in der Körperwelt zum Gegenstande, und die Untersuchung ihrer Ursache und der Gesetze, nach welchen sie geschehen, zum Zwecke. Kenntniss der *Grösse* der Kräfte ist zur richtigen Schätzung derselben unumgänglich

lehrreich, die besondern individuellen Lagen zu erfahren, durch welche sie zu dieser oder jener Entdeckung veranlasst wurden. Die biographische Nachricht von denselben ist gewisser Massen ein schuldiger Tribut der Dankbarkeit, den wir ihren Verdiensten bringen; denn diese Männer sind in der Geschichte der Wissenschaften, das was die Herrscher in der Staatengeschichte sind. Jene verdienen darin oft mit mehrerm Rechte ihre Stelle, als die letztern in dieser.

Endlich ist noch die Anzeige der litterarischen Produkte und der *Schriften* der Naturforscher zur vollständigen Geschichte der Physik unentbehrlich.

Der Vortrag der Geschichte muss, wenn er eine Uebersicht der verschiedenen Lagen, worin sich die Wissenschaft befand, geben soll, so viel als möglich *chronologisch* seyn. Es ist zweckwidrig, ihre Epochen nach denen der Weltgeschichte festzusetzen, da doch die Revolutionen der Staaten und Völker auf die Beförderung der Wissenschaften oft so wenig Einfluss hatten, als die Geburt Christi. Ich theile also die Geschichte der Naturlehre in folgende vier grosse *Perioden* ein; 1. *von der Entstehung der Nationen bis auf Aristoteles*. (V. S. 4. C. N.;) 2. *von diesem bis auf die neuplatonische Secte*. (III. S. p. C. N.;) 3. von der

neuplatonischen Secte bis gegen das Ende des sechzehnten Jahrhunderts, oder bis auf den Ursprung der Experimental-Physik; und 4. *von den letztern bis auf die neuesten Zeiten.* Der große Abstand dieser Epochen von einander und die Mannigfaltigkeit der Gegenstände machen es nöthig, gewisse Ruhepunkte darin zu haben; ich werde daher diese, je nachdem es die Natur der Sache erlaubt, nach gewissen Nationen, Secten, Erfindungen, berühmten Männern, Jahrhunderten oder Jahrzehnten u. dergl. festsetzen.

Die Kenntniß der Welt- und Staatengeschichte wird hierbei als bekannt vorausgesetzt.

II. Hülfsmittel zur Geschichte der Naturwissenschaft.

Die in den *Schriften der Physiker* und *Naturphilosophen* vorgetragenen Lehren, und die darin mitgetheilten Erfahrungen, machen den eigentlichen Gegenstand der Geschichte der Naturwissenschaft aus. Sie sind also die eigentlich erste Quelle, aus welcher der Geschichtsforscher schöpfen muss. Da indess eines Mannes Leben nicht hinreichen würde, alle diese Schriften mit dem Fleisse zu studiren, als zur Darstellung und Entwickelung der Geschichte der Physik erforderlich wäre; so ist es nöthig, die Hülfsmittel zu

wissen, welche wenigstens einen Leitfaden in der Bearbeitung dieser Geschichte an die Hand geben, oder Bruchstücke und Materialien dazu vorbereitet haben, aus denen sich nachher leichter etwas Ganzes zusammensetzen läſst. Es ist um desto nöthiger, sich nach diesen Hülfsmitteln umzusehen, da wir noch gar keine *Geschichte der Naturwissenschaft* in dem Umfange und nach dem Plane haben, als sie Bedürfniſs ist. Das Werk, welches uns Herr de Loys,*) neuerlich hinterlassen hat, fängt erst mit Galiläi, vom Jahre 1589 an, und geht bis 1685. Es enthält also nur einen Theil unsrer letzten Periode. Die Ordnung des Verfassers ist nicht die beste und gewährt keine gehörige Uebersicht. Wenn er auch gleich an manchen Stellen die Entdeckungen der Alten nachholt, so zeigt er dabei doch nicht die gehörige Kritik und Unparteilichkeit, und legt ihnen, nach Dutens, (*Origine des découvertes attribués aux modernes*, Sec. ed., 1776, Vol. I, II, 8.) bei weitem mehr bei, als mit historischer Wahrscheinlichkeit bestehen kann. Sonst enthält ih lehrreicher Kürze, und mit mühsamen Fleiſse gesammelt, aber freilich in alphabetischer Ordnung,

*) *Abregé chronologique pour servir à l' histoire de physique*, à Strasbourg. T. I, 1786; II, 1787; III, 1788; IV, 1789. 8.

lele Nachrichten von der Geschichte der Erfindungen, der Lehrmeinungen und der Werkzeuge, das *physikalische Wörterbuch* des Herrn Joh. Sam. Traugott Gehler. *)

Zu jenen Hülfsmitteln zur Geschichte der Naturwissenschaft rechne ich: I. *Schriftsteller der Geschichte der Philosophie überhaupt*, und namentlich: Otto Heurnius, Gerh. Joh. Vossius, Joh. Jonsius, Joh. Franc. Buddeus, Joh. Gottl. Heineccius, Jac. Brucker; Pet. Bayle, Th. Stanley, Joh. Christoph Goguet, Deslandes, Ant. Friedr. Büsching, Adelung, Meiners, Dietr. Tiedemann, Joh. Aug. Eberhard, d'Argens, welche die Geschichte der Naturkenntniss, wenigstens einiger Zweige derselben, mehr oder weniger umständlich berührt haben. Wenn auch gleich die Geschichte der gesammten Physik noch nicht vollständig bearbeitet worden ist, so ist doch ein einzelner Theil von einigen Männern mit ungemeinem Fleisse, mit Scharfsinn, Beurtheilung und Sachkenntniss abgefasst, und

*) Da fast alle Litterärnotizen so allgemein bekannte Werke, wie dieses, betreffen, so habe ich die Büchertitel weggelassen, die wohl in die Geschichte selbst, nicht aber für dieses Bruchstück passten. d. H.

kann eine reichhaltige Quelle für den Verfasser der Geschichte der gesammten Naturwissenschaft abgeben. Ich rechne also insbesondere zu seinen Hülfsmitteln: II. *Geschichte der Mathematik*, und zwar a. der gesammten, die von Gerh. Joh. Vossius, Joh. Blancani, Montucla und Heilbronner bearbeitet worden ist: b. *besonderer Theile* derselben: α. die *Geschichte der Mechanik* fehlt uns noch, es finden sich aber Nachrichten von einzelnen mechanischen Erfindungen und Lehrsätzen in Käftners, Karstens und Anderer mathematischen Lehrbüchern; β. die *Geschichte der Optik* hat Jos. Priestley ausführlich geliefert, und der deutsche Uebersetzer hat sie ansehnlich ergänzt und berichtigt; γ. die *Geschichte der Astronomie* ist von mehrern Gelehrten bearbeitet worden, wie Joh. Dominicus Cassini, Joh. Fr. Weidler und Bailly; und ihre Arbeiten geben keinen geringen Beitrag zur Geschichte der Physik selbst. Diese erhält noch eine reichhaltige Quelle III. an der *Geschichte der Chemie*, welche von mehrern Männern, mehr oder minder ausführlich, obgleich nicht immer ohne gewisse Lieblingsvorurtheile und mit der nöthigen Kritik, abgefasst worden ist. Dahin gehören: Olaus Borrichius, Herm. Conring, Herm. Boerhave, du

Fresnoy, Macquer, Torb. Bergmann, Joh. Christ. Wiegleb. IV. Besonders gehört hierher die Geschichte *specieller Theile der Physik*, wie der *Electricität*, die von Jos. Priestley sehr vollständig ausgeführt worden ist; der *Luftarten*, welche Lavoisier und Weigel; ferner *einzelner Werkzeuge*, wie z. B. des Barometers und Thermometers, welche de Luc gesammelt hat; und endlich anderer einzelner *mechanischer* und *chemischer Erfindungen*, wozu Herr Joh. Beckmann schätzbare Beiträge geliefert hat.

Die Anzeige der *litterarischen Arbeiten* der Männer, welche die Naturwissenschaft bearbeiteten, ist zur vollständigern Geschichte der letztern nothwendig. Als Hülfsmittel dazu dienen: V. die *Bibliographien* und *Litterärgeschichten*; so wohl 1. *die allgemeinern*, eines Pet. Lambeccius, Dan. Geo. Morhoff, Joh. Alb. Fabricius, M. H. Gundling, C. A. Heumann und Burkh. Gotth. Struve, als 2. *die der Naturwissenschaft* insbesondere. Zur Litterärgeschichte a. der *gesammten Naturwissenschaft* haben Beiträge geliefert: Jul. Bernh. von Rohr, Hermann Boerhave nebst Albr. von Haller, von Münchhausen, Joh. Chr. Polyc. Erxleben, nebst G. C. Lichtenberg

und Geo. Rud. Böhmer. b. von besondern Theilen der Litteratur der Naturwissenschaft, und z. von dem mathematischen Theile, geben der Freiherr von Wolf, und besonders Herr Schaubel; und c. von dem chemischen, Herr Christ. Ehrenfried Weigel sehr reichhaltige Quellen ab.

Eine vorzügliche Hülfsquelle zur Geschichte der Physik sind endlich die ältern Schriftsteller, welche uns in ihren Werken Data und Bruchstücke gegeben haben, die als Fingerzeige zur Geschichte naturwissenschaftlicher Kenntnisse und der Meinungen der ältern Zeiten dienen können. Ich rechne hierher die Werke des Plato, Aristoteles, T. Lucretius Carus, Plinius des Aeltern, Diogenes Laërtius, Diodorus Siculus, Herodotus, Clemens von Alexandrien, Plutarchus, Stobäus, Strabo, Lucian von Samosata, Sextus Empiricus, Ammianus Marcellinus, Macrobius, Suidas, Eunapius, und andere alte Philosophen, Dichter und Redner.

Endlich werden die Verfasser der Staatenund Weltgeschichte und der Geschichte einzelner Nationen, welche den Zustand der wissenschaftlichen Cultur in den verschiedenen Zeitaltern mit zum Augenmerke gehabt haben, dem Verfasser

der Geschichte der Physik einige Vorarbeiten liefern können.

Daſs bei allen diesen Hülfsmitteln sorgfältige Auswahl, Vergleichung und Kritik nöthig sey, braucht wohl nicht erinnert zu werden. *)

ERSTER ZEITRAUM.

Von der Pflanzung der Nationen bis auf Aristoteles,
(oder bis ins fünfte Jahrhundert vor der christlichen Zeitrechnung.)

§. 1.

Auch bei dem geringsten Nachdenken über die Natur und den Gang des menschlichen Geistes wird man nicht lange zweifelhaft bleiben, daſs das, was wir *Wissenschaft* nennen, nicht die Sache des Zufalls, sondern der Zeit und der fortgesetzten Beobachtung war, und daſs das vereinigte Bemühen sehr vieler Menschen und einer langen Reihe von Jahrhunderten nöthig war, die

*) Bis hierher ging das Mundirte. Das Folgende fand sich nur in der Handschrift des Verfassers, und wäre vielleicht von ihm noch weiter abgeglättet worden, ehe *er* es selbst dem Drucke übergeben hätte. Wir erlauben uns darin keine Aenderung, und geben es, wie wir es vorfinden.
d. H.

Menge von Thatsachen, deren Verkettung die Wissenschaft bildete, zu entdecken. Die Fortschritte, welche der menschliche Geist machte, sind regelmäßig und stufenweise, etwa von den einfachern zu den verwickeltern Begriffen. Die Natur, welche uns umgiebt, ist in ihren Produkten und in ihren Phänomenen unermeßlich. Vom ersten Gebrauche unsrer Sinne an, werden diese davon gerührt; der stete Eindruck, den sie auf uns machen, gewöhnt uns daran. Kein Wunder, daß diese Phänomene der Aufmerksamkeit von Millionen Menschen entgehen, und daß der Geist der Forschung ihrer Ursachen Jahrhunderte hindurch unentwickelt blieb, bis daß das Bedürfniß den Menschen dazu nöthigte. Um ferner bei der außerordentlichen Mannigfaltigkeit der Natur und ihrer Erscheinungen etwas zusammenhängendes Ganzes zu ihrer Uebersicht und Verknüpfung oder zu ihrer *wissenschaftlichen* Kenntniß zu haben, muß man die Natur theilen, ihre Phänomene von einander absondern, unter verschiedenen Gesichtspunkten betrachten und sie in Klassen bringen. So entspringen dann verschiedene Wissenschaften der allgemeinen Physik. Der Mensch mußte also erst Methoden machen, um den weitern Inbegriff des Universi, der sich nicht in seinem Ganzen fassen läßt, in seinen

Theilen zu betrachten. Wenn aber nun auch Phänomene zu gewissen Gattungen gebracht worden sind, und dadurch ihre Uebersicht erleichtert worden ist; so fehlt doch noch viel zur Errichtung eines wissenschaftlichen Gebäudes. Die entdeckten Wahrheiten müssen nun erst geordnet und verkettet, und durch Analogie und Induction erst die *Naturgesetze* entwickelt werden: dann haben wir Elemente der verschiedenen Zweige der Physik.

Aber diese subjective Verknüpfung der Wahrheiten und Thatsachen in unsern Elementen der verschiedenen Zweige der Naturlehre, zeigt keinesweges die Ordnung ihrer Entdeckung an. Die Natur enthüllt sich nicht mit der Folge unserer Betrachtung darüber; wir gehen in unserm Systeme von dem Einfachern zu dem Verwickeltern über: die Wirkungen der Natur aber sind stets complicirt.

§. 2.

Der menschliche Geist mußte also, um eine *Wissenschaft der Natur* zu gründen, nicht allein erst aufmerksam auf die Erscheinungen der Natur gemacht werden, und also erst die Thatsachen *entdecken*, welche die Grundlage der Wissenschaften machen, sondern auch die Beobachtungen oft wiederholen, und unter abgeänderten

Umständen diese unter einander vergleichen, als er die *Gesetze*, nach welchen die Phänomene geschehen, entwickeln und erforschen konnte. Allein diese Entdeckung von Thatsachen ist einzig und allein das Werk der Sinne, und der lebhafteste und durchdringendste Verstand ist ohne diese Erfahrungen durch die Sinne, ohne alles Vermögen zur Erforschung der Eigenschaften der Dinge in der Welt. Erwägen wir aber nun, dass die beständige Gewohnheit die Menschen gegen die gewöhnlichen Naturphänomene gleichgültig macht, und dass die Neigung zur Ruhe und zur Bequemlichkeit, welche der Mensch hat, die Anstrengung, welche die Aufmerksamkeit auf die Natur und ihren Gang erfordert, nicht ohne besondere Veranlassung aufkommen läſst; und dass ungewöhnliche Erscheinungen, die den Geist aus seinem Schlummer erwecken und zur Untersuchung anspornen könnten, selten oder schnell vorübergehend sind, und auch oft nur durch Zufall bekannt werden, überhaupt auch nur isolirt sind: so wird man sich leicht überzeugen, dass Menschen, ehe sie in gesellschaftliche Verbindungen traten und sich zu Staaten verknüpften, bey den wenigen Bedürfnissen, die sie brauchten, und die sie bald befriedigten, eben so wenig Veranlassung zur Aufmerksamkeit auf die vor ihnen

aus-

ausgebreitete Natur, und zur Entdeckung ihrer Schätze heben konnte, als es noch jetzt die Bewohner und die Stände der Eingebornen von Ländern haben, welche ohne Kultur und Civilisirung sind. Nur das Bedürfniſs allein iſt es, was die Menſchen mit Gewalt zu Entdeckungen von Thatſachen und zur Bekanntſchaft mit den Eigenſchaften und Verhältniſſen der Körper anſtrengt. Ohne die ſchmerzhaften oder angenehmen Eindrücke, welche die uns umgebenden Körper auf uns machen, würden wir noch mit den allergemeinſten Eigenſchaften derſelben unbekannt ſeyn. Der Zufall machte anfänglich einige dieſer Eigenſchaften bekannt, und die Liebe zum Wohlbefinden, aus der eine Art von Trieb entſteht, der unendlich ſcharfſichtiger als die Natur ſelbſt iſt, lehrte ihren Nutzen kennen.

Die erſten Menſchen wurden alſo dadurch, weil ſie *Bedürfniſſe* hatten, die erſten Künſtler. So lange aber dieſe Bedürfniſſe geringe waren, und ihre Befriedigung leicht erhalten werden konnte, war auch die Veranlaſſung zur Aufmerkſamkeit auf die Natur und zur Entdeckung von Thatſachen beſchränkt. So lange die Menſchen in dem erſten Zuſtande der geſellſchaftlichen Verbindungen, bei einer nomadiſchen Lebensart, auſser Hunger und Durſt und Blöſse keine andern

Bedürfnisse kannten, brauchten sie auch ihren Geist zu keinen andern Thatsachen anzustrengen, als die zur Befriedigung dieser Bedürfnisse hinreichten. Sie begriffen durch einen natürlichen Trieb die Grundsätze der einfachen Künste, die sie zur Gewinnung ihrer Bedürfnisse ausübten, und brachten die Dinge wieder hervor, so wie sie ihrer bedurften, ohne einmahl Veranlassung zu ihrer Vervollkommnung zu haben, die ebenfalls nur aus vermehrtem Bedürfnisse entspringen kann. So wie bei den nomadischen Völkerschaften, die jetzt da sind, der Zustand der Künste und Wissenschaften ist, so war er auch gewiss in den ersten Zeitaltern der Welt bei allen Völkern von ähnlicher Lebensart. Der Unterschied des Klima kann zwar bei den verschiedenen Völkerstämmen verschiedene Bedürfnisse, und daher Entdeckung verschiedener Thatsachen veranlassen; allein so lange keine Mittheilung dieser Kenntnisse unter den verschiedenen Horden Statt findet, wird dadurch die Summe der Entdeckungen bei einzelnen Stämmen nicht vermehrt; und so musste es auch ehemahls seyn, ehe die Nationen, bei denen jetzt Künste blühen, deren Erwerbsfleiss erweckt ist, deren Industrie ihre Geisteskraft und ihren Scharfsinn rege gemacht hat, zu einem festen und beschränkten Wohnsitze kamen.

Man wird ohne mein Erinnern leicht einsehen, dass es lächerlich ist, in diesen frühesten Zeitaltern der verschiedenen Nationen, Spuren physikalischer Wissenschaften suchen, oder aus den fabelhaften Ueberlieferungen, die ersten Keime wissenschaftlicher und zusammenhängender Kenntniss entwickeln zu wollen. Alle Schriftsteller der Geschichte der Wissenschaften, sagt Macquer, die ihre Untersuchung bis zu dem ersten Weltalter ausbreiten, haben sich in der Nacht dieser längst verflossenen Jahrhunderte verirrt.

§. 3.

Ich würde eher eine Geschichte der Menschheit, als eine Geschichte der Naturlehre schreiben müssen, wenn ich die möglichen Fortschritte des menschlichen Geistes in der Entdeckung von Thatsachen, wozu ihn sein dringendes Bedürfniss nach und nach aufforderte, und die Keime der Kultur, die er begründete, in den mannigfaltigen möglichen Lagen, worin Klima und Lokalumstände, nach der Analogie mit den Völkerstämmen, die jetzt noch auf der untersten Stufe der Kultur stehen, aufsuchen wollte. — Es war wohl natürlich, dass die Bedürfnisse zunahmen, wenn ein Hirtenvolk sich auf den Ackerbau beschränkte, und einen festen Wohnsitz nahm;

und daſs dadurch auch ſeine Kenntniſſe von Naturkräften vermehrt wurden. Allein der wahre Wachsthum menſchlicher Kunſt, und mit ihm die Thatſachen, welche die Grundlage phyſikaliſcher Kenntniſſe ausmachen, ſind wohl hauptſächlich da zu ſuchen, als die Bevölkerung in einem eingeſchränkten Raume einen beſtimmten Grad erreichte, die Menſchen näher zuſammenrückten, ihre Verhältniſſe enger und zugleich vielfacher wurden. Dadurch wurden die Bedürfniſſe gehäuft und die gewöhnlichen Erwerbungsmittel erſchwert; die Kräfte des Verſtandes muſsten, eben wegen des mächtigen Triebes der Selbſterhaltung, angeſtrengt werden; und es konnte nicht fehlen, daſs der thätig gemachte Forſchungsgeiſt eine Menge ihm unbekannter Erfahrungen machte, und daſs die Summe allgemeiner Begriffe zunahm.

Die Zeit der Gründung der Nationen des Alterthums auf einem feſten Wohnſitze reicht aber weit über unſre hiſtoriſchen Denkmähler hinaus, und es fehlt uns alſo ganz an Datis, um den Urſprung und den Fortgang mehrerer Künſte, die Bekanntſchaft mit den Naturkräften und den Verhältniſſen der Körper und ihrer Eigenſchaften vorausſetzen, und die durch angeſtellte Beobachtung der Natur erfunden worden ſind, ange-

[illegible] zu können. Wir müssen uns hier bloss mit dem allgemeinen Resultate begnügen, dass ohne Zweifel die Erfindung verschiedener Künste, die als die Keime physikalischer Kenntnisse angesehen werden können, in dem entferntesten Alterthume der Welt schon zu suchen, und so alt ist, als die Pflanzung der Nationen. Nach den verschiedenen, mehr oder weniger eingeschränkten Wohnsitzen, und ihrer mannigfaltigen physischen Beschaffenheit, waren die Kunste mehr oder minder zahlreich und vollkommen.

§. 4.

In den frühesten Zeiten, als Ackerbau getrieben wurde, musste man wohl bald, durch dringende Erfahrung geleitet, einsehen, dass die Feldarbeiten *gewisse Jahreszeiten* erfordern und von der *Bewegung der Sonne* abhängig sind. Man musste in den verschiedenen Klimaten nothwendige Intervalle unter den verschiedenen Operationen des Feldbaues anerkennen, welche diese Jahreszeiten selbst anzeigten. Es war natürlicher Weise nöthig, voraus zu wissen, wenn ihre gewissen Jahreszeiten, die zu dieser oder jener Feldarbeit nöthig waren, wiederkommen würden; und so musste das Bedürfniss die Menschen wohl lehren, am Himmel die Zeichen aufzusuchen, die

mit dem bevorstehenden Eintritte dieser und jener *Jahreszeit* verknüpft waren und ihn ankündigten. So war der *Ortus heliacus* des Sirius, oder die Zeit, da der Hundsstern, der bisher nahe bey der Sonne gestanden hatte, und durch ihren Glanz den Augen bisher unsichtbar gewesen war, sich zum ersten Mahle wieder zeigte, und in der Morgendämmerung auf eine kurze Zeit wieder sichtbar wurde, schon in den ältesten Zeiten ein Gegenstand der Aufmerksamkeit der *Aegyptier*, indem die Ueberschwemmung ihres Landes durch den Nil jährlich zu eben der Zeit erfolgte. So wurde also auch astronomische Beobachtung zum Ackerbaue nothwendig, und natürlich mussten mehrere ähnliche Betrachtungen der *Kalender* seyn, nach welchem ackerbauende Völker ihre Hantierung einrichteten. Eben so erfordert auch die gesellschaftliche Verbindung der Menschen in Staaten und die Einrichtung des bürgerlichen Lebens ein *Maafs der Zeit.* Dies gewährte nur die Dauer gleichförmiger Bewegungen. Auf der Erde giebt es dergleichen nicht; man fand sie bald bey der Beobachtung himmlischer Körper, und man wurde zu denselben durch das Bedürfniss des Zeitmaafses früh veranlasst. Die Dauer von einem Aufgange der Sonne zum andern, oder das Zeitmaafs, welches wir *Tag* nennen,

und welches sich so auffallend selbst anzeigt, war für das Bedürfniss eines gesellschaftlichen Lebens nicht mehr hinreichend; man musste auch längere Zeiträume messen können. Man fand diese in den Veränderungen und den Bewegungen des Mondes, und in dem Aufgange der Sonne an gewissen Stellen des Himmels, welche man durch die Stellung gewisser Sterne, (z. B. der Bilder des Thierkreises,) wiedererkannte.

§. 5.

Eben so musste frühzeitig die *Bearbeitung der Metalle* getrieben werden, so bald man durch sie den Werth der Dinge des Lebens zu bezeichnen anfing, und noch mehr, da man die Unentbehrlichkeit derselben zur Ausführung gewisser Arbeiten bemerkte. Seitdem man den unschätzbaren Werth des Eisens kennen lernte, den alle Nationen, welche zuerst dieses Metall von Fremden erhielten, einstimmig anerkennen, und Geräthschaften davon zu machen verstand, welche die Ausübung der zum Erwerbe der Bedürfnisse nöthigen Hantierungen so sehr erleichterten, lehrte die Nothwendigkeit die Menschen wohl selbst, dieses Metall aufzusuchen, zu scheiden, und zu bearbeiten; und mit dieser Kunst kam eine unzählige Anzahl anderer.

Die Keime zweier Hauptzweige naturwissenschaftlicher Kenntnisse, der *Astronomie* und *Chemie*, sind also ohne Zweifel so alt als die Pflanzung der Nationen selbst.

§. 6.

Die Vermehrung der Volksmenge in einem beschränkten Wohnplatze konnte indessen allein nicht hinreichend seyn, die Aufmerksamkeit der Menschen auf die Natur mehr anzustrengen, und den Grund zur Erfindung von mehrern Künsten zu legen, die mit der Naturwissenschaft in Verbindung stehen, so bald dadurch nicht die Befriedigung der Bedürfnisse schwerer wurde, oder die Zahl der letztern selbst zunahm. Die Beschränktheit der Natur in der Hervorbringung gewisser Produkte, z. B. des Eisens, konnte allerdings Menschen in gewissen Wohnsitzen hindern, und wird sie stets hindern, ähnliche Schritte zur Vervollkommnung ihrer Künste zu machen. So muss der Neukaledonier Jahre lang seinen Nephritstein schleifen, um ihn zu einer Axt zuzurichten, und so einen grossen Theil seiner Lebenszeit nur auf die Zurichtung bloss einiger wenigen Werkzeuge verwenden, die ihm Bedürfniss sind.

Die Stärke und Erweiterung des menschlichen Verstandes sind also noch weit weniger das Werk der Natur, als sie das Werk der Zeit und des

landes sind, in welche sie das Ohngefähr versetzt. so würde Newton, der das Weltall zu messen und das Unendliche zu berechnen wusste, vielleicht alle seine Geisteskraft erschöpft haben, um bis auf zehn zu zählen, wenn er unter den Yameos geboren worden wäre.

§. 7.

Es ist also wohl gewiss, dass das Bedürfniss der Menschen den Ursprung der Künste und Wissenschaften begründete, und dass sie nothgedrungen auf die Erscheinungen der Körperwelt und die Eigenschaften der Körper Acht geben mussten. So mussten der Ackerbau und das Zeitmaass der Astronomie, die Nothwendigkeit des Eisens der Metallurgie, die Theilung der Ländereyen der Geometrie, der Handel der Arithmetik, der Waaren-Transport und die Gebäude der Mechanik, die Verwundungen und Krankheiten der Botanik, Anatomie und Medicin den ersten Ursprung geben. Aber nur Zeit und Lokalumstände und Vermehrung dieser Bedürfnisse in gesellschaftlichen Staaten waren es, welche diese Künste, die mit der Physik in Beziehung sind, vervollkommneten. Der erste wesentliche Schritt dazu war, wie Robertson bemerkt, die Absonderung der Hantierungen. In den frühern Zeiten des geselligen Lebens sind der Künste so wenig, sind sie so ein-

fach, dass jedermann sie hinlänglich in seiner Macht hat, um allen Forderungen seiner eingeschränkten Wünsche ein Genüge zu thun. Der Wilde verfertigt seinen Bogen selbst, spitzt seine Pfeile, errichtet seine Hütte, höhlt sein Canoé aus, ohne der Hülfe einer künstlichern Hand, als der seinigen zu bedürfen. Wenn aber die Zeit die Bedürfnisse der Menschen vermehrt hat, so werden die Produkte der Kunst in ihrem Baue so zusammengesetzt, und in der Ausarbeitung so ausgesucht, dass eine besondere Art der Erziehung erfordert wird, einen Künstler zu bilden, der sinnreich im Erfinden und erfahren in der Ausführung sey. Nach dem Maasse, wie die Kultur sich weiter verbreitet, nimmt auch die Verschiedenheit der Hantierungen zu, und sie vertheilen sich in zahlreichere und kleinere Unterabtheilungen. Von diesem Zeitpunkte der Absonderungen der Hantierungen unter bekannten Völkern kann man wahrscheinlich den Wachsthum der menschlichen Kenntnisse und die mechanischen und chemischen Künste herrechnen.

§. 8.

Allein nichts desto weniger kann man aus der Vervollkommnung der Kunststücke und der Operationen, die eine Bekanntschaft mit den Eigen—

ſchaften und Verhältniſſen der Körper vorausſetzen, nicht auf *wiſſenſchaftliche Kenntniſſe* in dieſen frühern Zeiten ſchlieſsen. Es waren einzelne Kenntniſſe, deren Verbindungen man nicht kannte, und die eben ſo wenig den Namen einer Wiſſenſchaft verdienen, als die Ausübung dieſer oder jener Hantierung, oder die Hervorbringung dieſes oder jenes einzelnen Kunſtſtücks ihn verdient. Vor der Erfindung des Schreibens that der Lehrling nichts, als was er von ſeinem Meiſter durch einen mündlich fortgepflanzten Unterricht lernte, und auf eben die Art übermachte er ſeine Kenntniſſe demjenigen, welcher ihm folgte; wie noch unſre Handwerker thun, welche nichts ſchreiben, ungeachtet ſie ſo viele Jahrhunderte nach Erfindung der Schreibekunſt leben.

So frühzeitig alſo auch die Künſte und Kunſtſtücke ausgeübt werden muſsten, die mit der Naturwiſſenſchaft in Verbindung ſtehen, ſo konnte ſie vor *Erfindung der Schreibekunſt* doch noch keine Wiſſenſchaft machen, und konnte es auch lange hernach noch nicht. Man wird hierüber nicht erſtaunen, wenn man erwägt, daſs die wichtigſten Geſetze der Natur, deren Kenntniſs die Wiſſenſchaft begründet, oft zugleich diejenigen ſind, welche am wenigſten in die Sinne fallen. Von der Natur unter einer Art von Decke verborgen, zeigen

ſie ſich, wie die Triebfedern einer koſtbaren Maſchine; nur denen, welche ſie zu entdecken wiſſen, und können nur von ſolchen Augen wahrgenommen werden, welche ſie zu beobachten geübt ſind. Wenn der ungefähre Zufall einige derſelben dargeboten hat, die ſo ſonderbar oder auffallend waren, daſs ſie nothwendig die Aufmerkſamkeit der erſten Beobachter auf ſich ziehen muſsten, ſo konnten ihnen die Erſcheinungen nur als abgeriſſene Bruchſtücke vorkommen, deren Anwendung und Nutzung ſie aus Mangel der Kenntniſs einer unendlichen Anzahl anderer, mit denen ſie einen weſentlichen Zuſammenhang hatten, unmöglich einſehen konnten. Die erſten Naturforſcher, wenn wir ſie ſo nennen können, hatten alſo keine andern Quellen, als die Sammlungen von Erſcheinungen, die zu ihrer Kenntniſs gelangten. Sie brachten ſie wiederum hervor, ſo wie ſie ihrer bedurften, um ſie entweder zum gemeinen Gebrauche anzuwenden, oder um Wirkungen hervorzubringen, die in den Augen derer, welche nicht ſo gelehrt waren, Wunderwerke zu ſeyn ſchienen.

§. 9.

Wenn wir das unermeſsliche Feld der Phänomene und Verſuche; die geringe Zahl derer, die

darauf Sorgfalt zu verwenden Luſt haben; den nothwendigen Vorrath von Werkzeugen; den Scharfſinn zu Beobachtung und zu Ausfündigmachung bequemer Verſuche; die Geduld, welche erfordert wird, ſie anzuſtellen, zu wiederholen und abzuändern; und die dazu nöthige Fertigkeit erwägen: ſo werden wir uns nicht über die langſamen Fortſchritte der Naturwiſſenſchaft, den uns die Folge der Betrachtungen lehren wird, wundern dürfen.

Deſſen ungeachtet hätte doch die Summe der Erfahrungen, welche die im geſellſchaftlichen Staate zuſammenlebenden Menſchen machten, zumal nach Abſonderung der Gewerbe und Künſte von einander, und nach Erfindung des Schreibens, viel frühzeitiger den Grund zur Wiſſenſchaft der Natur legen können, und würde ihn gelegt haben, wenn nicht auch zugleich in der phyſiſchen und intellektuellen Natur des Menſchen eben ſo gut die Quelle zu den Hinderniſſen als zu den Fortſchritten der Naturwiſſenſchaft läge. Die bekannte Geſchichte aller Jahrhunderte lehrt, daſs die Afterphiloſophie immer älter war, als die wahre, die nicht eher entſtehen kann, als bis der Menſch durch alle Wirbel von Irrthümern aller Art durchgezogen iſt, und ſie erſt durch eine lange Reihe trauriger Erfahrungen als

Irrthümer hat kennen lernen. Aus der Quelle, aus welcher die Wahrheit hervorging, gingen auch die Irrthümer hervor, die, trotz aller Beobachtungen und aller sinnlichen Wahrnehmungen, doch die Fortschritte der Naturkenntniſs hinderten. Da, wo der Wirkungskreis unserer Sinne aufhört, überlassen wir uns gar zu leicht dem Spiele unsrer Einbildungskraft; wir verlieren uns in Spitzfündigkeit, und wir verlassen die Körperwelt. Die entferntesten Monumente der Geschichte belehren uns so von dem Glauben an übernatürliche Kräfte, an den Einfluſs böser und guter Geister, und ihre unmittelbaren Einwirkungen in Hervorbringung von Phänomenen, deren Zusammenhang mit andern man nicht kannte; ein Glaube, der schon früh Statt fand, mit welchem die Geschichte aller Völker anfängt, und der zu den wichtigsten Hindernissen gehört, welche die Naturwissenschaft fand.

Der Mensch fürchtet Gefahren, die er nicht kennt, Gefahren, gegen welche er seine Klugheit und seine Kräfte noch nicht gemessen hat. Ehe er bekannt wird mit den Kräften der Natur, fürchtete er sie; und jede ungewohnte Erscheinung macht ihn entsetzen. So wird z. B. der Mensch zwar früh an die unveränderliche Ordnung des Himmels gewöhnt, und an die beständige

ccession seiner Phänomene; und eben weil er ihnen gewöhnt ist, denkt er sich nichts dabei; so bald aber seltene Phänomene am Himmel ihm aufstossen, so glaubt er eine Zerrüttung der natürlichen Ordnung, und er geht, da er die Ursache nicht einsieht, zu dem Einflusse eines Wesens zurück, das ausser dem Bezirke der Sinnenwelt liegt. So musste die Verfinsterung der Sonne die Vorstellung von der Vernichtung des Universi fürchten lassen, und die Kometen mussten Vorboten trauriger Ereignisse für die Erdbewohner seyn.

Schwärmerei und Aberglaube waren auf diese Art frühzeitig herrschend, und erhielten die Wissenschaft der Natur lange Zeit hindurch in ihrer Kindheit, und hindern auch jetzt noch ihre Verbreitung. Der Verfolg der Geschichte unsrer Wissenschaft wird zugleich auch die Geschichte der Irrthümer und der Verirrungen des menschlichen Verstandes seyn.

§. 10.

Wenn wir den Monumenten der zuverlässigen Geschichte nachforschen, um die Fortschritte der Menschen in sittlicher und wissenschaftlicher Rücksicht aufzufinden, so finden wir hier noch viel mehr Hindernisse als bei der Aufsuchung der politischen Veränderungen in den entferntesten Zeiten.

Der Gang, welchen der menſchliche Geiſt in der Vervollkommnung der intellectuellen Kräfte nimmt, iſt nur langſam und ſtufenweiſe, und die vereinten Bemühungen mehrerer Jahrhunderte ſind oft nöthig geweſen, um zu einer wichtigen Entdeckung beizutragen. Kein Wunder alſo, daſs der langſame, oft ſtilliſtehende, und Jahrhundertelang ſchlummernde Gang der Wiſſenſchaft unbemerkt blieb, und daſs es an Nachrichten über Entdeckungen mangelt, die anfangs klein und unbeträchtlich ſchienen, und erſt nach und nach den folgenden Jahrhunderten wichtig wurden, nachdem der erſte Erfinder und die Zeit der Erfindung längſt vergeſſen waren. Groſse politiſche Veränderungen und Abwechſelungen der Staaten hingegen waren immer geräuſchvoll, geſchahen mehrentheils plötzlich, und hinterlieſsen oft bittere Denkmähler den Bewohnern des Landes. Solche Epochen machten daher auch ſtärkere Eindrücke, und gaben weit eher Veranlaſſung, um bemerkt und aufgezeichnet, oder durch Tradition erhalten zu werden. Aber auch ſchon ſelbſt in der eigentlichen Geſchichte der Staaten machen wir, wenn wir in die entfernten Zeiten zurückgehen wollen, die unangenehme Entdeckung, daſs die Periode der zuverläſſigen Geſchichte ſehr beſchränkt ſey; wie viel mehr muſs es nicht die

Geschichte der Wissenschaften seyn! Es sind kaum über 3000 Jahre, als Moses seine Bücher schrieb, und Herodot, der älteste unter den griechischen Geschichtschreibern, die auf uns gekommen sind, schrieb etwa in der 87sten Olympiade und um tausend Jahre später als Moses. Jenseits dieser Periode, wo die geschriebene Geschichte anfängt, verlieren wir uns auf unsrer Spur der Nachforschung in Dunkelheiten und in Fabeln. Es bleibt uns nichts als Muthmassung übrig, und wir müssen uns mit blosser Wahrscheinlichkeit begnügen, bis die Auffindung mehrerer Documente dereinst Licht über Gegenstände verbreitet, die jetzt mit einem undurchdringlichen Schleier bedeckt sind.

ERSTER THEIL.

Spuren physikalischer Kenntnisse bei den bekanntesten Völkern des höhern Alterthums.

§. 11.

Die sicherern Monumente der Geschichte führen uns auf *vier* Völker des höhern Alterthums, die in der Geschichte der Wissenschaften, und insbesondere in der Naturlehre erwähnt zu werden verdienen, und bei denen uns nicht zweifelhafte

Data, Spuren ihrer Thätigkeit in Bearbeitung wenigstens einiger Zweige der physischen Kenntnisse geben. Diese Völker sind: 1. die *Hindus*; 2. die *Babylonier* oder *Chaldäer*; 3. die *Perser*; und 4. die *Aegyptier*. Ich will mich bemühen, die zuverlässigern Data von den Spuren der physikalischen Kenntnisse bei diesen Völkern aufzustellen; und zuletzt noch einige andere kleinere Völkerschaften, die in der Geschichte der Naturwissenschaft in Betrachtung kommen, zusammennehmen. *)

*) Nun sollte als erster Abschnitt die Geschichte dessen folgen, was die alten *Hindus* muthmasslich von der Physik wussten. Allein hier bricht das Manuscript ab. Vielleicht dass der Verfasser erst recht Athem schöpfen wollte, um sich durch das Heer widersprechender Muthmassungen und abenteuerlicher Traditionen von der Sakontala an, bis zu Bailly's Geschichte der indischen Astronomie herab durchzuschlagen, und dass er darüber den Faden ganz fallen liess. Wir hoffen in der Folge manchen interessanten Beitrag zur Geschichte der Physik in diesen Annalen liefern zu können, und werden für diesen Zweig der Wissenschaft mehr sorgen, als das in dem Journale der Physik geschehen ist. d. H.

VI.

ERFAHRUNGEN UND BEMERKUNGEN

über

das Leuchten der fliegenden Johanniswürmchen, (Ampyris italica,)

von

D. JOACHIM CARRADORI
in Prato. *)

Das Leuchten der Johanniswürmchen hängt von keiner äussern Ursache, sondern ganz von der Willkühr dieses Insekts ab. Während sie frei umherfliegen, ist ihr Leuchten sehr gleichförmig, so bald sie aber eingefangen werden, leuchten sie sehr ungleichförmig, oft gar nicht. Aengstigt man sie, so verbreiten sie ein lebhaftes Licht, und dieses scheint ein Zeichen ihres Zorns zu seyn. Legt man sie auf den Rücken, so leuchten sie fast ununterbrochen, indem sie sich bemühen, sich umzudrehen. Bei Tage muss man sie quälen, ehe sie leuchten; und daraus scheint zu folgen, dass der Tag die Zeit ihrer Ruhe ist.

*) Aus den *Annali di Chimica* etc. *di Brugnatelli. In Pavia* 1797, *T.* XIII, vom Bürger *van Mons* in Brüssel ausgezogen.

Die Johanniswürmer leuchten nach Gefallen an jedem einzelnen Theile ihres Bauchs; ein Beweis, daſs ſie jeden einzelnen Theil dieſes Eingeweides unabhängig von den übrigen bewegen können. Die Fähigkeit, zu leuchten, hört nicht durch Einſchneiden oder Zerreiſsen des Bauchs auf, denn Carradori trennte einen Theil deſſelben, der ganz erloſchen ſchien, vom übrigen Körper, und ſah ihn bald darauf während einiger Sekunden hell leuchten und dann allmählig verlöſchen. Oft ſah er ſolche abgeſchnittene Stücke plötzlich funkeln und wieder verlöſchen, und bald darauf von neuem leuchten. Er erklärt dieſe Erſcheinung aus einem Ueberbleibſel von Irritabilität, oder aus einem Stimulus, welchen die Luft hervorbringt. Dies ſchien ihm um ſo wahrſcheinlicher, da eine mechaniſche Erregung dieſelbe Wirkung hatte.

Ein leichter Druck iſt hinlänglich, ihnen das Vermögen, willkührlich im Leuchten aufzuhören, zu rauben. Carradori vermuthet daher, daſs der Mechanismus, durch den ſie das Aufhören des Leuchtens bewirken, auf einer eignen Membran beruhe, in welche ſie die phosphoriſche Subſtanz zurückziehen können. Eine andere Vermuthung Carradori's iſt, daſs dieſes Leuchten in Zitterungen oder Schwingungen der phosphori-

schen Masse bestehe, und dass gar kein Ausströmen derselben Statt finde, sondern dass Alles im Innern des leuchtenden Bauches vorgehe. Beim höchsten Grade des Leuchtens kann man ohne Schwierigkeit die kleinste Schrift lesen.

Der leuchtende Theil der Johanniswürmer erstreckt sich aber nur über die letzten Ringe ihres Bauchs. Dort sind zwei Membranen, von denen die eine den obern, die andere den untern Theil des Bauches bildet, und die mit einander verbunden sind. In diesem Behältnisse befindet sich die leuchtende Masse, die einem Teige gleicht, einen Knoblauchsgeruch, aber wenig Geschmack hat, und bei dem leichtesten Drucke aus dieser Art von Tasche herausgeht. So ausgedrückt verliert sie in wenig Stunden ihren Glanz und verwandelt sich in eine weisse trockene Masse.

Taucht man ein Stück des Phosphorbauchs in Oehl, so leuchtet es nur schwach und erlischt bald. In Wasser leuchtet es dagegen mit gleicher Stärke wie in der Luft, und länger.

Carradori schliesst aus diesem Leuchten im Oehle, worin sich kein Luftbläschen findet, so wie in dem luftleeren Raume des Barometers, dass das Leuchten der fliegenden Johanniswürmer weder die Wirkung einer langsamen Verbrennung, noch, wie Göttling meinte, die Fixi

2. Warum bemerkte Spalanzani, als er jenes Holz in Glocken mit Lebensluft einschloss, keine Verminderung des Volums derselben, da er dieses doch bei den Phosphorsubstanzen der Johanniswürmer wahrnahm?

3. Es ist nicht gegründet, was mehrere Naturforscher behaupten: dass die Luccioloni und die Lucciole Einem Geschlechte zugerechnet werden müssen, nur die Gattungsunterschiede haben, und dass zwar jene die Weiber, diese die Männchen wären. Ich kann versichern, den Bauch der Lucciolen mit Eiern erfüllt gesehn zu haben, nur sind dann die leuchtenden Theile des Bauches sehr viel kleiner. Sie verstecken sich dann, aber man findet sie zuweilen in diesem Zustande auf Kräutern und Gesträuchen.

4. Auch die Lucciolonen und Lucciolen leuchten im Oehle. Aus allem diesem scheint zu folgen, dass weder bei den Hölzern, noch bei den Johanniswürmchen eine langsame Verbrennung, wie Spalanzani meint, vorgehe. Ueberhaupt führen seine Erfahrungen auf Resultate, welche von den seinigen sehr verschieden sind. Vielleicht, dass die nicht-athembaren Gasarten auf diese phosphorischen Substanzen einen vorübergehenden Eindruck machen, welcher fähig ist, das Ausströmen ihres Lichts zu verhindern, so wie im Gegentheile

'as Sauerstoffgas, durch eine eigenthümliche Ein- 'irkung, dieses Ausströmen vermehrt. Warm sollten nicht jene Gasarten einen Einfluss ha-:n können, den wir noch nicht kennen? Sah :h doch die phosphorische Substanz, im Weingeiste und Weinessig sogleich ihres Glanzes be-:ubt werden, aber im Oehle und Wasser und in ıft wieder aufleuchten.

5. Die Bemerkung, dass die phosphorische ubstanz derselben das Volumen der Lebensluft ermindert, ist nicht entscheidend; wie viele Subanzen verändern diese nicht durch ihre Ausflüsse, nd brennen doch nicht, und sind doch keine 'hosphore!

6. Es ist ferner ein beträchtlicher Unterschied wischen dem künstlichen und jenem natürlichen 'hosphor: jener leuchtet nur bei einer bestimm-:n Temperatur; dieser bei jeder Temperatur, soald sie nur nicht seine Substanz angreift. Dies bereiset wohl, wie ich glaube, hinlänglich, dass das ,euchten bei diesem nicht Wirkung einer Verrennung sey, da jede Verbrennung einer mehr ›der weniger hohen Temperatur bedarf.

7. Was die Erklärungsart Spalanzani's über lie Verwandlung des Holzes in Phosphore be-

trifft, indem er annimmt, daſs der entblöſste, (*mis à découvert,*) Waſſerſtoff und Kohlenſtoff den Sauerſtoff anziehen; ſo muſs ich ſie nach meinen Beobachtungen als unwahrſcheinlich verwerfen. Vielmehr iſt gewiſs, daſs die Hölzer, ſo bald ſie zu leuchten anfangen, ihre harzigen Theile ſo ganz verloren haben, und daſs ſie daher auch nichts mehr von jenem Grundſtoffe, es ſey Waſſerſtoff oder Kohlenſtoff, der ſie zum Verbrennen geſchickt machte, behalten; daſs ſie daher, wenn man ſie in die Flamme wirft, nur ſehr ſchlecht brennen. Ich bin dagegen ganz überzeugt, daſs ſie ſich um eben ſo viel dem Phosphoreſciren nähern, als ſie brennbaren Stoff verlieren, und daſs davon die Fähigkeit, das Licht zu abſorbiren und zurückzuhalten, abhängt.

Dieſe Meinung könnte man ohne Zwang auch auf die Fähigkeit verſchiedener Thiere, zu leuchten, ausdehnen. Denn da jene leuchtende Subſtanz derſelben weder harziger noch öhliger Natur iſt, ſo kann ſie nicht viel Kohlen- und Waſſerſtoff enthalten, alſo auch nicht ſehr verbrennlich ſeyn.

8. Wenn die Lucciolen wirklich nur darum auch unter dem Waſſer leuchteten, weil ſie, (wie Herr Spalanzani behauptet,) den Sauerſtoff, wel-

chen das Waffer abforbirt hat, dazu verbrau-
chen, so muſs man natürlich fragen: warum der
künſtliche Phosphor nicht auch unter Waſſer
leuchte? Ferner müſste man dieſe Behauptung
auch durch Erfahrungen unterſtützen, z. B.: daſs
die phosphoriſche Subſtanz der Lucciole wirklich
im Waſſer enthaltenes Sauerſtoffgas abſorbire,
und daſs er in dem Waſſer, das kein Sauerſtoffgas
enthalte, auch nicht leuchten könne.

A.

VII.
VERSUCHE UND BEOBACHTUNGEN

über

die Fortpflanzung der Wärme in Flüssigkeiten

von

Herrn Grafen Rumford,

in München.

(Fortsetzung.) *)

Zweites Kapitel.

1. Fernere Untersuchungen über die *innern Bewegungen* unter den Partikeln der liquiden Körper, die nothwendig Statt finden, wenn sie erwärmt oder abgekühlt werden. — 2. Beschreibung eines mechanischen Apparats, um diese Bewegun-

*) *Count Rumford's* Experimental Essays, political economical, and philosophical. Essay VII. London 1797. 8. Von den drey Kapiteln dieses Essay ist das erste im *Neuen Journal der Physik*, B. IV, S. 418 übersetzt. Hier die Fortsetzung der lehrreichen noch unübersetzten Abhandlung, welche in der Lehre von der Wärme neue Aussichten, oder wenigstens ein Feld neuer Untersuchungen öffnet und die ich um so weniger zurückhalte, da jedes Kapitel ein für sich verständliches Ganzes ausmacht, und in so fern auch dem brauchbar ist, der den Anfang derselben im N. Journ. der Phys. nicht nachlesen kann. d. H.

[illegible] Waſſer ſichtbar zu machen. — 3. Bericht von mancherley intereſſanten Verſuchen, die mit dieſem neu erfundenen Inſtrumente angeſtellt ſind. — 4. Sie führen zu einer wichtigen Entdeckung: *Wärme* kann ſich in flüſſigen Körpern, ſo lange dieſe durch Kälte verdichtet worden ſind, *nicht nach unten zu* verbreiten. — 5. Ein Verſuch zeigte, daſs *Eis*, wenn *kochendes Waſſer* auf ſeiner Oberfläche ſteht, mehr als achtzig Mahl langſamer ſchmilzt, als wenn man es auf der Oberfläche des heiſsen Waſſers ſchwimmen läſst. — 6. Das Schmelzen des Eiſes, auf deſſen Oberfläche Waſſer ſteht, kann auch bei der Hypotheſe: daſs Waſſer ein vollkommener Nichtleiter der Wärme iſt, erklärt werden. — 7. Dieſer angenommenen Hypotheſe zu Folge, müſste Waſſer bei acht Graden über dem Gefrierpunkte nach Fahrenheits Scale, oder bei der Temperatur von 40°, in irgend einer gegebenen Zeit, eben ſo viel Eis, auf deſſen Oberfläche es ſteht, ſchmelzen, als ein gleiches Volumen dieſes Fluidi, bei jeder höhern Temperatur, ſogar, wenn es ſiedend heiſs wäre. — 8. *Dieſe merkwürdige Thatſache iſt durch eine groſse Mannigfaltigkeit entſcheidender Verſuche bewieſen.* — 9. Es wurde ſogar gefunden, daſs Waſſer von der Temperatur von 41° *mehr Eis ſchmelzt*, wenn es auf deſſen Oberfläche ſteht, als ſiedend heiſses Waſſer. — 10. Die Reſultate aller dieſer Experimente beweiſen, daſs *Waſſer* in der That ein vollkommener *Nichtleiter der Wärme* iſt; oder daſs die Wärme ſich darin, *nur zu Folge der Bewegungen, die ſie unter den iſolirten und einzelnen Partikeln dieſes Fluidi verurſacht, verbreitet*, da dieſe Theilchen unter einander ſelbſt bei dieſer Operation gar keine Communication

oder Gemeinſchaft haben. — Die Entdeckung dieſer Thatſache öffnet unſerm Blicke eine der gröſsten und intereſſanteſten Scenen in der Oekonomie der Natur.

I.

Da die kleinſten Partikeln des Waſſers, ſo wie aller andern flüſſigen Körper, viel zu klein ſind, als daſs das menſchliche Auge ſie wahrnehmen könnte, ſo ſind auch die Bewegungen dieſer Partikeln für uns unbemerkbar. Dagegen läſst ſich oft mit der gröſsten Gewiſsheit auf die Bewegung unſichtbarer flüſſiger Körper durch die Bewegung ſchlieſsen, welche ſie in ſichtbaren Körpern verurſachen. Luft iſt ein unſichtbares Fluidum; doch erlangen wir ſehr richtige Vorſtellungen der Bewegungen in der Luft durch den Staub und andere leichte Körper, die durch die bewegte Luft mit fortbewegt werden. Wer je einen Wirbelwind über die Oberfläche eines gepflügten Ackers, bei trockenem Wetter, ſtreichen ſah, kann ſo z. B. nicht den geringſten Zweifel über die Art der Bewegung haben, in welche die Luft alsdann geſetzt wird, ob ſie ſchon ſehr verwickelt und nicht leicht zu beſchreiben iſt.

Die Bewegungen ſehr feiner Staubtheilchen, die ſich von ungefähr in dem Weingeiſte meines

groſsen Thermometers befanden, und wenn die Sonne gerade darauf ſchien, ſichtbar wurden, machten mich zuerſt auf die innern Bewegungen in dieſem Fluido, wenn es abgekühlt wird, aufmerkſam, und dieſen guten Wink benutzte ich, um die innern Bewegungen des Waſſers auf dieſelbe Art ſichtbar zu machen. Dies, ſah ich, würde keine Schwierigkeit haben, ſo bald ich nur einen Körper finden könnte, der gleiches ſpecifiſches Gewicht mit dem Waſſer hat, und ſich damit vermengen läſst, ohne aufgelöſ't, und in ſo kleine Partikeln zertheilt zu werden, daſs er ſelbſt unſichtbar wird. Allein einen ſolchen Stoff konnte ich nicht finden; und es iſt in der That auch ſehr gut, daſs es dieſer Subſtanzen nicht viele giebt, weil wir ſonſt ſehr viel Mühe haben würden, uns reines Waſſer zu verſchaffen.

Da es mir nicht gelingen wollte, eine feſte Subſtanz von dem ſpecifiſchen Gewichte des Waſſers aufzufinden, die zu meinem Zwecke taugte, ſo nahm ich zu folgender Liſt meine Zuflucht. Ich überblickte die Tabellen der ſpecifiſchen Schweren, und fand, daſs das ſpecifiſche Gewicht des durchſichtigen Bernſteins nur wenig gröſser als das ſpecifiſche Gewicht des Waſſers ſey, nämlich 1,078. Dabei fiel mir ein, daſs, wenn ich im Waſſer Alkali ſo lange auflöſ'te, bis

das specifische Gewicht der Solution dem des Bernsteins gleich würde, dadurch weder die Durchsichtigkeit des Fluidi verringert, noch dieses so verändert werde, daß dadurch die Art, die Wärme aufzunehmen, eine merkliche Veränderung litte.

2.

Dieser Gedanke wurde sogleich folgender Massen mit gutem Erfolge in Ausübung gebracht. Ich hatte mich mit einer Anzahl gläserner Kugeln verschiedener Art mit langen cylindrischen Hälsen versehen. Von diesen wählte ich eine, die ungefähr zwei Zoll, und ihr cylindrischer zwölf Zoll langer Hals ¾ Zoll im Durchmesser hatte, that etwa einen halben Theelöffel voll Bernsteinpulver hinein, (die Stückchen waren von irregulärer Gestalt, durchsichtig, und von der Grösse der Senfkörner,) und schüttete darauf eine gewisse Quantität destillirtes Wasser, das die Temperatur der Stube hatte, (ungefähr 60° Fahrenh.) Wie ich erwartete, blieb der Bernstein auf dem Boden der Kugel liegen. Ich schüttete daher zu dem Wasser so viel von einer gesättigten Auflösung des reinen vegetabilischen Alkali, als nöthig war, um das specifische Gewicht des Wassers, (oder vielmehr der verdünnten Salzsolution,) so weit zu vergrösern, daß die Stückchen des

Bern-

Bernsteins zu schwimmen anfingen, und vollkommen ruhig in jeder Stelle des Fluidi, wo sie von ungefähr hinkamen, blieben.

Da die gläserne Kugel noch nicht so voll war, als ich wünschte, so fuhr ich fort, noch mehr von der Alkali-Solution zuzusetzen, bis die Kugel voll, und auch die cylindrische Röhre neun Zoll weit gefüllt war; und dann verstopfte ich sie mit einem reinen Korke. Darauf schüttelte ich die Mischung tüchtig durch einander, stellte dann die Glaskugel mit ihrer cylindrischen Röhre in eine verticale Richtung, auf eine hölzerne Unterlage, und liess sie in Ruhe stehen, um zu sehen, wie lange die soliden Partikelchen des Bernsteins, (die sehr gleichmäsig in der ganzen Masse des Fluidi vertheilt zu seyn schienen,) sich in der Höhe erhalten würden.

Obgleich der gröste Theil dieser Partikeln zuerst keine Neigung zu haben schien, weder zu steigen, noch zu fallen, so bewegten sich doch bald einige langsam aufwärts, und andere eben so langsam hinunter. Da sich die Partikelchen überall im Fluido nach diesen Richtungen bewegten, ja, häufig zwei Partikelchen in demselben Theile nach beiden entgegengesetzten Richtungen, und dabei die hinauf- und hinabsteigenden oft so nahe an einander vorbei gingen, dass sie sich zu be-

rühren schienen: so sah ich daraus, dass diese Bewegungen unabhängig von irgend einer innern Bewegung des Fluidi waren, und nur von dem Unterschiede der specifischen Gewichte unter den verschiedenen kleinen Theilchen des Bernsteins und des Fluidi herrührten. Einige der Stückchen Bernstein, die offenbar schwerer als das Fluidum waren, bewegten sich hinunterwärts, indess andere, die leichter waren, nach dessen Oberfläche stiegen.

Wegen des grossen Unterschiedes unter den specifischen Gewichten der verschiedenen Stückchen Bernstein setzte ich noch mehr von diesem Stoffe zum Fluido hinzu, schüttelte nochmals Alles gut unter einander, liess dann den Bernstein sich setzen, und schüttete sanft Alles, was auf die Oberfläche des Fluidi gestiegen war, ab, so dass ich nur das, was sich auf den Boden gesetzt hatte, behielt. Darauf vermehrte ich das specifische Gewicht des Fluidi, indem ich etwas weniges von der Alkali - Solution so lange hinzusetzte, bis die kleinen im Glase zurückgebliebenen Stückchen Bernstein sich nur eben hoben, und in den verschiedenen Theilen des Fluidi schweben blieben, wo sie nun ihre permanenten Plätze eingenommen zu haben schienen.

Jetzt hatte ich ein *Inſtrument*, das mir zu den ſehr intereſſanten Verſuchen, die ich ausgedacht hatte, recht dienlich zu ſeyn ſchien, und man wird mir leicht glauben, daſs ich keine Zeit verlor, davon Gebrauch zu machen.

3.

Der *erſte Verſuch*, den ich mit dieſem Inſtrumente machte, war, daſs ich es in ein langes gläſernes Gefäſs mit faſt kochend heiſsem Waſſer gefüllt, tauchte. Was ich erwartete, geſchah. Es entſtanden ſogleich in der cylindriſchen Röhre zwei Ströme, welche ſich nach entgegengeſetzter Richtung mit groſser Schnelligkeit bewegten, und zwar nahm der aufſteigende Strom die Seiten, der hinunterſteigende die Achſe der Röhre ein. So wie die ſalzige Flüſſigkeit allmählig warm wurde, verminderte ſich ſtufenweiſe die Geſchwindigkeit der Ströme, und zuletzt, als die Flüſſigkeit die Temperatur des ſie umgebenden Waſſers in dem Gefäſse erreicht hatte, hörten dieſe Bewegungen gänzlich auf.

Als ich die gläſerne Kugel aus dem heiſsen Waſſer heraushob, begann die innere Bewegung der Flüſſigkeit von neuem; aber die Ströme hatten ihre Richtung verändert, und der heraufſteigende Strom nahm jetzt die Achſe der Röhre ein.

Wenn dabei die cylindrische Röhre, statt vertikal gehalten zu werden, etwas schräg gehalten wurde, so ging der aufsteigende Strom längs der obersten, und der herabsteigende mit gleicher Geschwindigkeit, längs der untersten Seitenlinie des Cylinders. Als endlich die Flüssigkeit in der gläsernen Kugel die Temperatur der Stubenluft erlangt hatte, so hörten diese Bewegungen auf, begannen aber im Augenblicke von neuem, wenn man das Instrument irgend einem Wechsel der Temperatur aussetzte.

In allen Fällen, wo das Instrument *Wärme erhielt*, bewegte sich der Strom, welcher bei vertikalem Stande die Achse, und bei einem schiefen Stande die *obere Seitenlinie* der cylindrischen Röhre einnahm, *nach unten zu*, (herabwärts.) Wenn dagegen das Instrument *Wärme ausströmte*, so bewegte sich dieser Strom nach der entgegengesetzten Richtung, nämlich *nach oben zu*, (heraufwärts.)

Ein Wechsel der Temperatur, der nur wenig Grade nach Fahrenheits Scale betrug, reichte hin, die Flüssigkeit des Instruments in Bewegung zu setzen, und die Bewegungen waren mehr oder weniger schnell, je nachdem es mit grösserer oder geringerer Geschwindigkeit Wärme aufnahm oder ausströmte, am schnellesten in den Theilen

des Instruments, wo keine geschwinde Mittheilung Statt fand, (*where the communication was not rapid.*)

Eine partielle Bewegung kann zu jeder Zeit in jedem Theile des Instruments hervorgebracht werden, wenn man an diesen Theil irgend einen Körper anhält, der entweder wärmer oder kälter als das Instrument ist. Ist der Körper wärmer als das Instrument, so bewegt sich die salzige Flüssigkeit in dem Theile, den der wärmere Körper berührt, *aufwärts*; ist er kälter, *hinunterwärts*. In beiden Fällen verursacht der hervorgebrachte Strom sogleich einen zweiten, in irgend einem andern Theile des Fluidi, welcher sich in entgegengesetzter Richtung als jener bewegt.

Als ich die cylindrische Röhre des Instruments unter einem Winkel von ungefähr 45° gegen den Horizont neigte, und dessen Mitte in einer Entfernung von drei oder vier Zoll über der Spitze der Flamme eines Lichts hielt; so wurde die Bewegung des Fluidi in dem obern Theile der Röhre außerordentlich schnell, indeſs die Flüssigkeit in dem untern Theile und in der damit verbundenen Kugel gröſstentheils in vollkommener Ruhe blieb. Auch konnte ich das Fluidum in dem obern Theile der Röhre zum *wirklichen Kochen* bringen, ohne daſs die Hand an dem un-

„des Fluidi ſelbſt *hindurchgeführt* wird,“ die,
„wenn die Wärme ihr ſpecifiſches Gewicht ver-
„ändert, ſich in Bewegung ſetzen, und dann die
„Wärme von Stelle zu Stelle *mit fortführen;*“ *)
bei dieſer meiner Hypotheſe leuchtet es nicht
ein, wie Eis, wenn man es nicht auf dem Waſſer
ſchwimmen läſst, ſondern an den Boden, oder
ſonſt wo unter der Oberfläche des Waſſers be-
feſtigt, auf irgend eine Art die Temperatur des
darüber liegenden Waſſers afficiren, oder es hin-
dern kann, von andern Körpern die Wärme auf-
zunehmen.

Wäre Waſſer ein Wärmeleiter, ſo würde es
keinem Zweifel unterworfen ſeyn, daſs das darin
befindliche Eis Einfluſs auf das Waſſer nach al-
len Richtungen hin, haben müſſe.

Die Metalle ſind alle Wärmeleiter, und Herr
Profeſſor Pictet fand durch einen trefflichen
und entſcheidenden Verſuch, **) daſs in einer
Stange Kupfer, 33 Zoll lang und ſenkrecht ge-
ſtellt, die Wärme ſich eben ſo wohl nach unten

*) *That Heat cannot paſs in,* (ſollte wohl heiſsen:
through,) *that Fluid, except when it is carried
by its particles, which, being put in motion by the
change it occaſions in their ſpecific gravity, trans-
ports it from place to place.*

**) *Eſſays de Phyſique, tome* 1, à Geneve 1790.

als nach oben zu ausbreitete, und zwar fast mit gleicher Leichtigkeit. Kann daher gezeigt werden, daſs *die Wärme im Waſſer nicht hinabſteigt*, ſo wird ſchon dies allein, wie ich glaube, hinreichend ſeyn, um zu beweiſen, *daſs Waſſer kein Wärmeleiter iſt*.

Bei genauerm Nachdenken über die Natur des Fluidi, ſcheint es mir, als zeigten ſich hier einige Gründe, zu vermuthen, daſs die *Grundurſache*, und ich möchte ſagen, das *Weſen des Fluidi*, gerade auf dieſer Eigenſchaft beruhe, welche die Partikel der Körper, indem ſie flüſſig werden, erlangen, und wodurch allem Wechſel oder aller Communication der Wärme unter ihnen vorgebeugt wird. Aber wie dem auch ſeyn mag, immer giebt das Reſultat folgender Verſuche einen unwiderlegbaren Beweis für ein wichtiges Factum, in Abſicht der Art, wie ſich die Wärme im Waſſer verbreitet.

Verſuch 15. *)

Zu einem cylindriſchen Glaſe, 4,7 Zoll im Durchmeſſer und 14 Zoll hoch, ſchnitt ich eine

*) Ich weiſs nicht, ob dieſe Zahl ſich auf die vorhergehenden Verſuche in dieſem, oder auf die eben ſo wenig numerirten Verſuche des erſten Kapitels bezieht. d. H.

runde Scheibe Eis, welche beinahe so breit als der innere Theil des Glases, $3\frac{1}{2}$ Zoll dick, und $10\frac{1}{8}$ Unze schwer war. Ich schüttete darauf in das Glas 6 Pfund $1\frac{1}{4}$ Unze Troy-Gew. an kochend heissem Wasser, legte die Eisscheibe sanft darauf, und fand, dass sie in 2 Minuten 58 Sekunden vollkommen zerschmolzen war. Und so fand ich durch diesen Versuch, wie viel Zeit das Eis brauchte, um auf der Oberfläche des heissen Wassers zu schmelzen.

Versuch 16.

Ich nahm eine Eisscheibe, der vorigen in allem gleich, und befestigte sie an den Boden desselben cylindrischen Glases durch ein Paar dünne elastische Stückchen Tannenholz, $\frac{1}{8}$ Zoll dick und $\frac{3}{4}$ Zoll breit, die etwas weniges länger als der innere Durchmesser des Glases waren, und, horizontal im Kreuze über der Eisplatte ins Gefäss eingespannt, diese hinderten, in die Höhe zu steigen, als ich das kochende Wasser in das Glas goss. Um während des Eingiessens das Eis gegen die Wärme zu schützen, bedeckte ich es mit einem runden Stücke starken Schreibepapiers, das ich nachher so sanft als möglich durch einen an der Seite befestigten Faden hinwegzog; und um das Glas bei der plötzlichen Berührung mit kochend

heiſsem Waſſer vor dem Springen zu bewahren, ſchüttete ich zuerſt ein wenig kaltes Waſſer hinein, welches den Zwiſchenraum zwiſchen dem Eiſe und dem Glaſe ausfüllte und das Eis ¼ Zoll hoch bedeckte. Darauf erſt goſs ich das heiſse Waſſer aus einem groſsen Theekeſſel, in welchem es gekocht war, nach der Mitte des runden Papiers, welches das Eis bedeckte. Das Glas wurde mit dem darin enthaltenen Eiſe und dem heiſsen Waſſer, auf einen Tiſch, nahe an das Fenſter geſetzt, wo ich, ſo ſanft als möglich, das Papier von der Oberfläche des Eiſes wegzog, und mich dann in den Stand ſetzte, das Reſultat dieſes intereſſanten Verſuches zu beobachten.

Wenig Minuten reichten hin, mir zu zeigen, daſs meine Erwartung in dieſem Punkte nicht getäuſcht werden würde. Beim vorigen Verſuche war eine ähnliche Scheibe Eis in weniger als 3 Minuten gänzlich zerſchmolzen; aber bei dieſem war ſchon mehr als die doppelte Zeit verfloſſen, und noch hatte das Eis keine ſichtbaren Zeichen, an denen man den *Anfang des Schmelzens* hätte bemerken können. Die Oberfläche blieb glatt und glänzend, und das unmittelbar daran ſtoſsende Waſſer ſchien ganz in Ruhe zu ſeyn, obgleich die innern Bewegungen des heiſsen Waſſers darüber, das ſeine Wärme den Seiten des Glaſes

und der Luft mittheilte, sehr heftig waren, wie ich ganz deutlich an einigen erdigen Partikeln oder andern Unreinigkeiten bemerkte, die von ungefähr im Wasser waren.

Ich beobachtete das Eis mit einer sehr guten Loupe, aber es dauerte lange, ehe ich einige Zeichen des Schmelzens bemerken konnte. Die Kanten der Scheibe blieben scharf, und die kleinen Partikelchen Staub, die nach und nach von dem heissen Wasser, so wie es kälter ward, praecipitirt wurden, blieben, sobald sie die Oberfläche des Eises berührten, ganz still darauf liegen.

Da das heisse Wasser aus der Küche gebracht wurde, so war es nicht vollkommen kochend, als ich es in das Glas goss. Nachdem es *eine Minute* im Glase gestanden hatte, tauchte ich ein Thermometer hinein und fand seine Temperatur 184° Fahrenh.

Nach Verlauf von 12 Minuten war die Temperatur einen Zoll unter der Oberfläche 170°; bei der Tiefe von 7 Zoll, oder einen Zoll über der Oberfläche des Eises war sie $169\frac{1}{20}$°; dagegen nur $\frac{3}{4}$ Zoll tiefer, oder $\frac{1}{4}$ Zoll über der Oberfläche des Eises, nur 40°.

Nach Verlauf von 20, von 35, von 60, von 75, von 90 und von 120 Minuten, von dem Augenblicke an gerechnet, als ich das kochende

Waſſer in das Glas goſs, wurde die Temperatur in den verſchiedenen Tiefen, anfangs an der Seite, nachher in der Mitte des Glaſes, folgender Maſsen befunden:

	An der Seitenwand des Glaſes gemeſſen				In der Achſe des Glaſes gemeſſen	
	nach 20′	nach 35′	nach 60′	nach 75′	nach 90′	nach 120′
Unmittelbar an der Oberfläche des Eiſes	40°	40°	40°	40°	40°	40°
über dem Eiſe $\frac{1}{2}$ Zoll	46°	76°	—	—	—	—
1 Zoll	130°	110°	80°	82°	84°	76°
2 Zoll	—	144°	118°	106°	115°	94°
3 Zoll	159°	148°	128°	123°	116°	106°
4 Zoll	—	—	130°	—	—	108°
5 Zoll	—	$148\frac{1}{2}$°	—	—	—	—
6 Zoll	—	—	—	—	—	$108\frac{1}{4}$°
7 Zoll	160°	149°	131°	—	117°	$108\frac{1}{2}$°

Als ich den Verſuch beendigte, ſchüttete ich das heiſse Waſſer vom Eiſe ab, wog das zurückgebliebene, und fand, daſs 5 Unzen 6 Gran Troy-Gew., (= 2406 Gran,) Eis geſchmolzen waren.

Nehme ich die mittlere Temperatur des Waſſers am Ende des Verſuchs zu 106° an, (welches offenbar noch etwas zu hoch iſt,) ſo erhellet, daſs die Maſſe des heiſsen Waſſers, (die $73\frac{3}{4}$ Unze wog,) während des Verſuchs wenigſtens um 78 Grad abgekühlt worden war, nämlich von der Temperatur 184° zu der von 106°. Nun iſt bekannt, daſs eine Unze Eis beim Schmelzen ſo viel Wärme

verschluckt, als eine Unze Wasser während der Abkühlung von 140° verliert. Bei einer Unze Wasser, die um 78 Grade abgekühlt wird, strömt folglich so viel Wärme aus, als nöthig seyn würde, $\frac{78}{140}$ einer Unze Eis zu schmelzen. Daher gaben die 73¾ Unze Wasser, die während des Experiments um 78 Grade abgekühlt wurden, wenigstens so viel Wärme her, als nöthig gewesen wäre, $\frac{73\frac{3}{4} \times 78}{140} = 40\frac{8}{10}$ Unzen Eis zu schmelzen. — Da nun das wirklich geschmolzene Eis nur ungefähr 5 Unzen betrug, so sieht man, *dass weniger als der achte Theil von der Wärme, die das Wasser verlor, dem Eise mitgetheilt wurde.* Den Rest nahm die Luft mit fort.

Vergleicht man diesen Versuch mit dem vorhergehenden 15ten, in welchem dieselbe Menge kochenden Wassers gebraucht wurde, so erhellet, *dass Eis mehr als achtzig Mahl langsamer unter einer Masse* kochend heissen Wassers schmilzt, als wenn man es *auf* der Oberfläche desselben schwimmen läst. Denn da in jenem Versuche 10½ Unze Eis in 2 Minuten und 58 Sekunden zerschmolzen, so musten 5 Unzen in höchstens 1 Minute 29 Sekunden zerschmolzen seyn, und bei diesem Versuche wurden 2 Stunden oder 120 Minuten gebraucht, um 5 Unzen zu schmelzen.

Indeſs war das Eis *unter* dem heiſsen Waſſer doch *geſchmolzen*, wenn gleich ſehr langſam; und dieſer Umſtand allein wäre ſchon hinreichend gewesen, meine Hypotheſe über die Fortpflanzung der Wärme in flüſſigen Körpern umzuſtoſsen, hätte ich nicht Mittel gefunden, dieses Factum auf eine genugthuende Art zu erklären, ohne deshalb meine vorigen Meinungen aufzugeben. Ungefähr eine halbe Stunde, nachdem ich das warme Waſſer bei dem letztern Verſuche in das Glas gegoſſen hatte, unterſuchte ich die Oberfläche des Eiſes, und nahm eine Erſcheinung wahr, die meine ganze Aufmerkſamkeit auf ſich zog. Ich bemerkte nämlich: daſs das Eis an der Oberfläche geſchmolzen war, nur die Stellen ausgenommen, wo es bedeckt, oder durch die platten Stäbchen Tannenholz, welche die Eisſcheibe auf dem Boden erhielten, gleichſam *beſchattet* war.

Wäre das Eis *allein* von dem unterſten der beiden Hölzer, das auf der Oberfläche des Eiſes unmittelbar auflag, beſchützt, und am Schmelzen gehindert worden, ſo würde mich das nicht ſehr gewundert haben. Da aber auch der Theil der Oberfläche beſchützt war, der ſenkrecht unter dem andern Holze lag, welches im Kreuze über das untere geſpannt war, und *das Eis*

nirgends als gerade nur an dessen Kante berührte; so reizte dieser Umstand meine Aufmerksamkeit. Fürs erste konnte ich keine andere Erklärung für diese Erscheinung finden, als daß ich annahm, das Eis werde durch *wärmende Strahlen*, die vom Wasser ausgehen, geschmolzen, und die Theile des Eises, welche durch die Stäbchen von Tannenholz *beschattet* waren, hätten keine Strahlen empfangen und deshalb nicht schmelzen können. Diese Erscheinung frappirte mich so, daß ich sogleich folgende Versuche anstellte, lediglich in der Absicht, diese Materie aufzuhellen.

Versuch 17.

In ein cylindrisches Glas, $6\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser und 8 Zoll hoch, brachte ich eine runde Scheibe Eis, die $3\frac{1}{2}$ Zoll dick, und so breit war, daß sie nur eben in das Gefäß ging, und legte auf die ebene Oberfläche des Eises eine runde Zinnplatte, so dünn ich sie nur erhalten konnte, $6\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser, die gerade das Eis bedeckte. Diese zinnerne Platte war, um sie in ihrer Form und ganz eben zu erhalten, durch einen Draht, der rund um sie herum ging, gesteift, hatte in der Mitte ein rundes Loch, 2 Zoll im Durchmesser, und wurde auf die Eisscheibe durch einige dünne hölzerne Keile befestigt,

bis zwischen sie und die Seiten des Glases getrieben waren. Eine zweite runde Zinnplatte, mit einem runden Loche im Centro von 2 Zoll Durchmesser, welche in Allem mit der erstern übereinkam, wurde auf dieselbe Art mit hölzernen Keilen, 1 Zoll über der erstern und mit ihr parallel befestigt, und nun das Glas in eine Stube gebracht, wo Fahrenheits Thermometer auf 34° stand. Darauf goss ich erst eiskaltes Wasser hinzu, bis dieses die obere Platte bedeckte, dann kochend heisses, womit ich das Glas bis auf einen Zoll vom Rande füllte, bedeckte das Glas mit einem Brete und liess es zwei Stunden ganz ruhig stehen. Dann erst wurde das noch warme Wasser abgegossen, die runden Platten weggenommen und das Eis untersucht.

In der Mitte der Eisplatte zeigte sich eine runde Aushöhlung, die gerade so breit als das Loch in der Zinnplatte, welche das Eis bedeckte, nämlich 2 Zoll im Durchmesser war, diesem Loche correspondirte, vollkommen gut begrenzt und im Centro über $\frac{2}{10}$ Zoll tief schien.

Gerade das erwartete ich; aber noch war etwas mehr da, was ich nicht erwartet hatte, und welches ich mir lange nicht zu erklären wusste. Ein jeder Theil der Oberfläche des Eises, der von der Zinnplatte bedeckt gewesen war, schien

vollkommen glatt und eben zu ſeyn, und zeigte keine Spur von Schmelzung oder Verminderung, nur eine Stelle ausgenommen, wo ſich ein Kanal, etwa einen Zoll breit und etwas weniges tiefer als $\frac{3}{16}$ Zoll, zeigte, der offenbare Spuren trug, von einem Strome warmen Waſſers gebildet zu ſeyn, welcher mitten aus der Höhlung im obern Theile der Eisſcheibe, nach deren Umfang gegangen war. Da die Kante, oder die vertikale Seite der Eisſcheibe, augenſcheinlich da, wo dieſer Strom über ſie wegging, abgerieben war, ſo konnte ſeine Richtung nicht zweifelhaft ſeyn, und er ging ſicherlich *aus* der runden Höhlung in der Mitte des Eiſes aus. Ob es gleich beim erſten Anblicke ſchwer ſcheinen mag, dieſe Thatſache zu erklären, und zu zeigen, wie das Waſſer an den Ort kommen konnte; ſo war es doch augenſcheinlich, daſs die unmittelbare Urſache der Bewegung dieſes Waſſerſtroms keine andere ſeyn konnte, als das gröſsere ſpecifiſche Gewicht deſſelben, gegen den übrigen Theil des Waſſers in derſelben Tiefe. Und daſs dieſes gröſsere ſpecifiſche Gewicht zugleich mit einem höhern Grade von Wärme begleitet war, iſt aus der Tiefe des Kanals klar, welchen der Strom in das Eis eingeſchmolzen hatte, indeſs die andern Theile in der Oberfläche des Eiſes von dem darauf ſtehenden Waſſer nicht

geschmolzen waren. Um diesen Punkt weiter ins Licht zu setzen, machte ich folgenden Versuch.

Versuch 18.

Ich hielt es für wahrscheinlich, dass, wenn die runde Aushöhlung in dem Eise, die dem runden Loche in der Mitte der bedeckenden und der zweiten einen Zoll höher befestigten Zinnplatte correspondirte, durch die *strahlende Wärme*, (wie man sie uneigentlich nennt,) oder durch die Wärmestrahlen des warmen Wassers eingeschmolzen wäre; einige dieser Wärmestrahlen, welche nach der Luft über dem Wasser gingen, von der Oberfläche des Wassers nach unten reflektirt seyn möchten. Dass dieser Theil der Strahlen das Eis nicht erreiche, suchte ich nun dadurch zu verhindern, dass ich sie von einem leichten schwarzen Körper verschlucken liess, nämlich von einem runden Stücke eines Tannenbrets, das mit schwarzer Seide bedeckt war, und das ich auf der Oberfläche des Wassers schwimmen liess. Wäre hierdurch das Schmelzen des Eises merklich verringert worden, so würde das starken Grund gegeben haben, zu glauben, dass diese Strahlen in der That die Ursache der zu erklärenden Erscheinung sind. Allein mit der grössten Sorgfalt konnte ich nicht bemerken, dass

diese Bedeckung der Oberfläche des heissen Wassers mit einem schwarzen Körper, irgend einen Unterschied in dem Resultate des Versuchs verursacht hätte.

6.

Nach einigem Nachdenken über diesen Gegenstand fiel mir ein, dass das Schmelzen des Eises auf der Oberfläche sich würde genugthuend erklären lassen, ohne dass man anzunehmen brauche, das Wasser sey entweder ein Wärmeleiter, oder die zu untersuchende Wirkung werde durch wärmende Strahlen hervorgebracht.

Ob es gleich eines der allgemeinsten Naturgesetze ist: dass alle Körper, sowohl feste als flüssige, durch die Kälte verdichtet werden: so scheint doch in Hinsicht auf das Wasser eine merkwürdige Ausnahme von diesem Gesetze statt zu finden. Wasser wird, wie alle bekannte Körper, in der That bei jeder Temperatur, die beträchtlich höher als der Gefrierpunkt ist, durch Kälte verdichtet; aber wenn es, indem es Wärme verliert, dem Frostpunkte nahe kommt, hört das Verdichten auf, bis es in Eis verwandelt ist. Ist die Temperatur des Wassers während der Abkühlung bis auf 40 Grad nach Fahrenheits Scale, oder bis 8 Grad über dem Gefrierpunkte gesunken; und wird es noch mehr

abgekühlt, so wird es dadurch nicht ferner verdichtet, sondern *es dehnt sich vielmehr aus*, und fährt fort, sich immer auszudehnen, so wie es an Wärme verliert, bis es zuletzt gefriert. Selbst in dem Augenblicke, wenn es fest wird, und als fester Körper, dehnt es sich, so wie es kälter wird, immer mehr aus; eine Thatsache, die durch Herrn de Luc, in seiner vortrefflichen Abhandlung über die Modifikationen der Atmosphäre, bekannt gemacht, und von Sir Charles Blagden *) weiter untersucht und ausser allen Zweifel gesetzt worden ist.

Da nun Wasser bei der Berührung mit Eis immer die Temperatur von 32° hat, so ist es klar, dass Wasser von dieser Temperatur specifisch leichter seyn muss, als Wasser, das um 8 Grad wärmer, oder von einer Temperatur von 40° ist; daher, wenn zwei Wassermassen von diesen beiden Temperaturen in demselben Gefässe enthalten sind, die kälteste und leichteste nothwendiger Weise dem wärmern und schwerern Platz machen muss, und die Ströme von warmen Wasser in dem kältern *hinabgehen* werden.

Da in den beiden letzten Versuchen die runde Zinnplatte, welche die Oberfläche des Eises be-

*) *Philosophical Transactions*, Vol. 78.

deckte, dazu diente, die dünne Schicht Wasser, die zwischen der Platte und dem Eise war, abzusondern, indem sie durch die Platte verhindert wurde, aufwärts zu steigen, und kein Grund zum Hinabsinken vorhanden war; so blieb dieses wahrscheinlich an seiner Stelle; und da es nun *eiskalt* war, so konnte es das Eis, worauf es stand, nicht schmelzen.

Da aber die Zinnplatte ein rundes Loch im Centro hatte, die Oberfläche des Eises also *auf dem Theile* bloss war, und das damit in Berührung stehende eiskalte Wasser durch das wärmere und schwerere Wasser von oben her verdrängt wurde; so musste durch diesen hinabsteigenden warmen Strom eine Höhlung in Gestalt eines flachen Beckens gebildet werden. Da indess mehr solches Wasser vorhanden war, als das Becken fassen konnte; so strömte es sogleich beim Entstehen desselben auf der Seite, welche gerade die niedrigste war, über den Rand des Beckens hinaus und bahnte sich einen Weg unter der Zinnplatte hinweg, nach der Kante des Eises, an welcher es herunterfloss und auf den Boden des Glasgefässes fiel. Da das Wasser dieses kleinen Stroms warm war, so bildete es bald einen tiefen Kanal in dem Eise, und in der That fand ich am Ende des Versuchs, dass dieser überall

tiefer als der Boden des Beckens, von wo er ausging, war.

Diese Art, die Erscheinung zu erklären, schien mir völlig genügend, und je länger ich nachdachte, desto mehr wurde ich in meiner Vermuthung bestärkt: dass alle *flüssige Körper* nothwendiger Weise vollkommene *Nichtleiter der Wärme* seyn müssen.

Da sich aus diesen Grundsätzen das Schmelzen des Eises unter dem warmen Wasser in Versuch 16, und die Langsamkeit, womit dieses geschah, so gut erklären liessen; so fuhr ich, im Vertrauen auf diesen Erfolg, fort, noch entscheidendere Versuche auszusinnen, durch die, — ich darf es behaupten, — die wichtigen Thatsachen, die wir hier untersuchen, ausser allen Zweifel gesetzt sind.

(Die Fortsetzung folgt.)

VIII.

ELECTRISCHE VERSUCHE
über verschiedene Gegenstände

von

Herrn *D.* van Marum
in Haarlem.

(Fortsetzung.)

Ob die Electricität die atmosphärische Luft verdünnt?

Die abstoſsende Kraft, welche zwischen Körpern, die auf einerlei Art, es sey positiv oder negativ, electrisirt sind, statt findet, könnte uns auf die Vermuthung führen: daſs electrisirte Luft sich ausdehnen, und durch das gegenseitige Zurückstoſsen ihrer Theile sich verdünnen müsse. Herr Volta ersuchte mich, hierüber Versuche anzustellen, und ich glaubte seinem Verlangen auf folgende Art am besten Genüge zu thun. Ich nahm einen gläsernen Ballon von ungefähr 9 Zoll Durchmesser, und lieſs ihn mit einem Stöpsel recht dicht verschlieſsen. Durch diesen ging ein kupferner Draht *ab*, (Taf. IV, Fig. 7,) dessen zugespitztes Ende *b* sich in der Mitte des Ballons befand, und der folglich die ihm mitgetheilte Electricität in die Luft, welche in dem Ballon

enthalten war, verbreitete. Um zu beobachten, ob sich diese eingeschlossene Luft beim Electrisiren ausdehne, diente eine gekrümmte, an beiden Seiten offene, ¼ Linie weite Röhre, in der sich von *e* bis *f* Quecksilber befand, das, wenn die Luft in dem Ballon die geringste Ausdehnung erlitt, steigen musste, und in der That, wenn ich den Ballon nur mit der Hand erwärmte, in der Röhre stieg. Nachdem ich mich auf diese Art von der Empfindlichkeit des Apparats überzeugt hatte, brachte ich den Draht *ab* erst mit dem positiven und nachher mit dem negativen Leiter in Verbindung. Aber beide Mahl konnte ich nicht das geringste Steigen des Quecksilbers in der Röhre *cd* bemerken, welches beweiset, dass die electrisirte Luft nicht die geringste Ausdehnung erlitt.

Prüfung der Electricität der Luft in dem Saale, wo die Maschine in Bewegung gesetzt wird.

Nachdem Herr Volta gezeigt hatte, dass die Flamme einer kleinen Wachskerze ein wirksameres Mittel ist, als die schärfste metallische Spitze, um die schwächsten Grade der Electricität der Atmosphäre zu bestimmen; so bediente ich mich, auf seinen Vorschlag, dieses Mittels,

zugleich mit dem Electrometer des H. Saussure, um die Electricität der Luft in dem Saale, wo electrisirt wurde, zu untersuchen. Die Luft war ziemlich trocken, als ich diesen Versuch machte, und ich sah, dass, nachdem die Maschine fünf Minuten in Bewegung gewesen war, die ganze Luft im Saale electrisirt war. Obgleich der Saal sehr gross ist, (seine Länge beträgt 60, die Breite 30, und die Höhe 40 Fuss,) so war doch die Luft auf einen so hohen Grad electrisirt, dass die kleinen Kugeln des Electrometers, in dem entferntesten Theile des Saales, man mochte sie nahe an die Decke oder an den Fussboden bringen, sich über einen halben Zoll von einander entfernten. Der Leiter wurde während dieser Operation positiv electrisirt, und die Luft im Saale erhielt auch die nämliche Electricität. Die negative Electricität der Maschine, die ich auf eben die Art an einem andern Tage versuchte, theilte sich der Luft im Saale viel langsamer mit.

Ob die Kraft des Leiters dieser Maschine sich vermehren lässt, wenn man den Leiter verlängert.

Da Herr Volta der Meinung war, dass man an electrischer Kraft gewinnen könne, wenn man den Leiter der Teylerschen Maschine vergrösserte,

so versuchte ich dieses auf verschiedene Art. Zuerst verlängerte ich den Hauptleiter der Maschine dadurch, dass ich ihn mit einem andern Leiter, welcher gemeiniglich dazu gebraucht wurde, die Electricität vom ersten Leiter zu empfangen, in Berührung setzte. Das Electrometer am Hauptleiter zeigte aber, dass dann die Electricität des Leiters von minderer Intensität war. Auch waren die Funken fast einen Zoll kürzer. Als ich die Wirkung dieser Funken untersuchte, konnte ich nicht bemerken, dass ihre Kraft grösser war, als die der Funken des ordentlichen Leiters.

Ich liess darauf zwei Cylinder von Pappe machen, jeden 16 Fuss lang und 4 Zoll dick, und sie mit Zinnfolie belegen. Diese hing ich an seidenen Schnüren so auf, dass sie den Leiter in gerader Linie verlängerten. Ans Ende dieses verlängerten Leiters setzte ich wiederum den empfangenden Leiter, an welchem ich die Länge der Funken und ihre Wirkung versuchte. Das Electrometer zeigte nicht so viel electrische Kraft, als bei dem vorhergehenden Versuche; die Funken waren über 5 Zoll kürzer; aber die Kraft dieser Funken schien mir ein wenig grösser, als die der Funken des gewöhnlichen Leiters. Dieses bewog mich, an einem andern Tage, da das Wetter sehr günstig war, den Versuch zu wiederholen,

und die Wirkung war faſt dieſelbe. Die Funken ſchienen ein wenig mehr Kraft zu haben; aber der Unterſchied war wenig beträchtlich, und ſie folgten langſamer auf einander, als vor der Verlängerung des Leiters.

Es erhellet alſo aus dieſen Verſuchen, daſs man gar keine Urſache hat, den Leiter dieſer Maſchine im gegenwärtigen Zuſtande zu vergröſsern. Wenn ſie aber an einem Orte ſtünde, wo die Luft gemeiniglich trockner iſt; ſo würde man durch Vergröſserung des Leiters wahrſcheinlich an Kraft gewinnen: denn die Maſchine giebt eine Menge electriſcher Materie, welche einen weit gröſsern Leiter anfüllen könnte, und jeder Funke, durch welchen ein Leiter ſich entladet, hat um ſo mehr Kraft, je mehr electriſche Materie der Leiter faſst. Da aber der Leiter in einem Saale ſteht, wo die Luft ſelten trocken iſt, ſo giebt die vergröſserte Oberfläche des Leiters dem electriſchen Stoffe um ſo viel mehr Gelegenheit, ſich in die Luft, die ihn umgiebt, zu zerſtreuen; und ich zweifle nicht, daſs man es allein dieſem Umſtande zuſchreiben muſs, daſs durch Vergröſserung des Leiters dieſer Maſchine dem Anſcheine nach nichts an electriſcher Kraft gewonnen wird.

* * *

ZUSATZ
zu den Versuchen, welche beweisen, dass im electrischen Fluido Wärmestoff vorhanden ist. *)

Was die Erhitzung der Körper betrifft, welche in den Strom der electrischen Materie gebracht werden, oder auf die man electrische Funken führt, so fiel mir ein, ob diese Erhitzung nicht bei schlecht leitenden Körpern viel beträchtlicher, als bei andern seyn möchte, und ob nicht die electrischen Funken eine gröſsere Erhitzung hervorbringen würden, wenn man sie durch schlechte Leiter führte. Ich machte den Versuch mit verschiedenen Arten von Holz, indem ich Latten von der Dicke eines Zolles, und 11 Zoll lang, zwischen die empfangende Kugel, auf welche die Funken des Leiters gingen, und einen andern Leiter legte, welcher mit dem dicken Leitdrahte am Boden in Verbindung stand. Ich sah sogleich meine Muthmaſsung bestätigt. Denn als die Funken 3 oder 4 Minuten lang, theils durch, theils längs einer Latte von *Roth-Tannen* gegangen waren, so war diese dadurch sehr merklich erwärmt. Ich stellte ein Thermometer auf diese Latte und setzte die Kugel desselben, welche ungefähr

*) S. *Neues Journal der Physik*, Band III, Seite 1.

2 Linien im Durchschnitte hatte, in ein Loch, welches zu dem Ende in die Mitte dieser Latte eingeschnitten war. Als ich darauf den Versuch wiederholte, bemerkte ich, dass das Thermometer in 3 Minuten von 61 bis 88, und in 5 Minuten bis 112 Grad stieg.

Der Strahl ging sehr oft unter der Oberfläche dieses Holzes weg und beschädigte es alsdann, so dass beständig Splitter herumflogen; ahmte also, auf eine sehr ähnliche Art, eine der Wirkungen des Blitzes nach.

Endlich versuchte ich auch noch *die Wirkung der electrischen Materie auf den Phosphor, in dem leeren Raume des Barometers*, auf dieselbe Art, wie das in den angeführten Versuchen mit andern Stoffen geschehen war. Ich bemerkte bald, dass ein elastischer Stoff hervorgebracht wurde, welcher das Fallen des Quecksilbers verursachte; dieses fiel aber nur sehr langsam. Nach einer halben Stunde war es beinahe um 4 Zoll gefallen, und alsdann fiel es gar nicht mehr. Als ich diesen Versuch im Dunkeln machte, bemerkte ich, dass der electrische Stoff, wenn er durch diese Röhre ging, ein ganz besonderes *Licht* von sich gab, das größtentheils von einer grünlich-gelben Farbe, in der Mitte aber, und da, wo der dichteste Strom der electrischen Materie

ging, so wie an der Oberfläche des Phosphors, von einem lebhaften Roth war. Hingegen sah man unmittelbar, nachdem der Funken durchgegangen war, weder am Phosphor noch in dem leeren Raume der Röhre Licht.

Die erzeugte Luft hatte ihre ganze Elasticität sogar noch den folgenden Tag. Als ich darauf ein wenig atmosphärische Luft in die Röhre liess, sah ich sogleich den ganzen leeren Raum der Röhre über dem Quecksilber erleuchtet: woraus man abnehmen kann, dass die Luft, welche durch den electrischen Funken aus dem Phosphor abgeschieden war, ein *Phosphorgas* ist; doch war die Luftmenge zu geringe, als dass ich hätte untersuchen können, ob sie eben so beschaffen ist, als das Phosphorgas, dessen Zubereitung Herr Gengembre in dem *Journal de Physique*, 1785, zuerst beschrieben hat.

IX.

MATHEMATISCHE CORRESPONDENZ

aus

Nicholsons Journal der Physi[k]

Seit dem April 1797 erscheint unter dem Titel: *A Journa[l of] Natural Philosophy, Chemistry and the Arts, by William [Ni]cholson*, monathlich ein Heft von 6 Bogen, im gröſsten Qu[art] mit Kupfern, und unter fortlaufenden Seitenzahlen, so [dass] 12 Stück einen Band ausmachen, die für 1¼ Pf. St. verk[auft] wird. Es enthält theils Original-Aufsätze, theils Aus[züge] aus den Schriften der gelehrten Gesellschaften in Groſs[bri]tannien, theils Uebersetzungen aus französischen Zeitschri[ften] und Werken, und ist durchgängig zweckmäſsig abgefaſst. [Al]les wichtige Physikalische aus demselben wird der Leser a[uch] in diesen Annalen finden. Jedes der erstern Hefte enth[ält] unter der Ueberschrift: *Mathematical Correspondance*, [ein] Paar mathematische Aufgaben, zum Nachdenken der Les[er], und erst die folgenden Hefte geben Antworten, die zur Be[ant]wortung derselben eingeschickt sind. Hier ein Paar sol[cher] Fragen zur Probe:

Erste Frage von J. B. Die Hälfte einer gegebenen g[era]den Linie a in eine gegebene Menge n von Theilen x, y, [z] u. s. w. so einzutheilen, dafs der erste dieser Theile und d[ie] ganze Linie, der zweite Theil und die Linie weniger dem e[r]sten Theile, der dritte Theil und die Linie weniger den b[ei]den ersten Theilen, u. s. f., (x, a, y, $a - x$, z, $a - x$ ... u. s. w. in geometrischer Progression stehn. — Wird in Heft [...] durch rechnende Analysis aufgelöst: $x = \left(1 - \frac{1}{\sqrt[n]{2}}\right) a$.

Zweite Frage vom Cap. W. Mudge. Die Centrifugalkra[ft] eines Körpers, der sich im Kreise bewegt, durch Fluxion[s]rechnung, und nicht, wie Neuton in seinen Principien, a[us] der Lehre der Indivisibeln abzuleiten. — Eine Frage, [die] man in Deutschland nicht aufgeworfen hätte.



ANNALEN DER PHYSIK.

ASTER BAND, DRITTES STÜCK.

I.

VERBESSERUNG

des

Bennetschen Electrometers

von

WILL. NICHOLSON. *)

Den Physikern, die sich mit der Electricität beschäftigen, ist das *Electrometer von* Bennet hinreichend bekannt. **) Zwei Streifen von Goldblättchen vertreten darin die Stelle von Cantons Korkkügelchen, und zeigen den geringsten Grad von Electricität und ihre Beschaffenheit

Dieses vortreffliche Instrument scheint noch zweier Verbesserungen zu bedürfen: einmal, um ohne Gefahr für die Goldblättchen tragbar zu

*) Aus dessen *Journal of Natural Philosophy* etc., No. 6, 1797.

**) Siehe unter andern Grens Aelteres *Journal der Physik*, B. I, S. 380.

machen; zweitens, um die verschiedenen Grade, bis zu welchen es electrisirt ist, auf einer angebrachten Scale unterscheiden zu können.

Die Goldblättchen gegen die Gefahr des Zerreissens beim Tragen zu sichern, hat mir bisher, alles Nachsinnens ungeachtet, noch nicht recht gelingen wollen. Ein Streifen von Blattgold liesse sich vielleicht durch eine Büchse sichern, die rings umher nicht weit davon abstünde. Befestigt man aber den Goldstreifen an das eine Ende eines vergoldeten Holzes, dessen Oberfläche ganz die Gestalt des Blättchens hat, so bewegt sich dieses, bei seiner ausserordentlichen Biegsamkeit, sehr leicht längs dem Holze auf und ab, und erhält Falten, wenn man das befestigte Ende um wenige Grade über das untere Ende des Holzes hinüber beugt. Noch weniger möchte es möglich seyn, die Goldblättchen zwischen zwei andere Blätter oder Kussen zu bringen, ohne sie zu zerreissen. Doch werde ich darüber noch Versuche anstellen, so bald ich wieder auf diese Materie komme.

Das Gewicht eines Goldblättchens in Bennets Electrometer beträgt ungefähr 0,06 Gran, doch ist dieses nach der Gestalt und Grösse des Streifens und nach der Dicke des Goldes verschieden. Eben deshalb möchte es eine vergebliche

Mühe seyn, auf Mittel zu sinnen, zwei solche Electrometer übereinstimmend und mit einander vergleichbar zu machen. Alles, was sich thun läfst, ist: die verschiedenen Intensitäten der Electricität genauer zu bestimmen, sofern diese entweder durch die Divergenz der Goldstreifen, oder durch die Entfernung, aus welcher die Blättchen an ein Paar nicht-isolirte Metallstäbe schlagen, angezeigt werden.

Auf Tafel V, Fig. 7, stellt *A* den isolirten metallenen Hut des Electrometers vor, von welchem bei *C* die beiden scharf zugespitzten Goldblättchen herabhängen. *B B* ist das sie umgebende Glas, welches den Hut *A* trägt, und die Bewegung der äufsern Luft von den Blättchen abhält. *D D* sind ein Paar flache Messingstäbe, die sich um eine gemeinschaftliche Achse, gleich den Schenkeln eines Zirkels, drehen, und sich dadurch einander nähern, oder von einander entfernen lassen. Durch Hülfe von Stahlfedern werden sie aus einander gedrückt. Die Mikrometerschraube *E* dient, sie einander sanft und allmählig zu nähern. Zu dem Ende sind an die Mutterschraube, welche sich längs der Spindel hinauf bewegt, zwei stählerne Arme in entgegengesetzten Punkten des Durchmessers befestigt, und das Ende jedes derselben ist durch einen Stift mit

einer der beiden Messingscheiben verbunden, welche die beiden Messingstäbe tragen.

Diese Schraube ist in Figur 8 in einer andern Lage, wie sie, von oben herabgesehen, erscheint, abgebildet. *KL* ist ein Messingstück, welches der ganzen Vorrichtung als Gestell oder Rahmen dient, und die untere Oeffnung des Electrometers *FF* schliesst. *IH* bedeutet die cylindrischen Messingscheiben, welche die Messingstäbe tragen und drehen. An der Seite der Mutterschraube *C* sieht man einen der beiden stählernen Zugarme, die diese cylindrischen Stücke drehen; der andere liegt auf der entgegengesetzten Seite, und ist also hin nicht sichtbar. Bei *L* sieht man die beiden zurückdrückenden Stahlfedern. Die übrigen Theile bedürfen keiner Beschreibung.

Bei der gewöhnlichen Einrichtung des Goldblatt-Electrometers werden zwei Stanniolstreifen an die entgegengesetzten Seiten der innern Fläche des Glases *BB* geklebt, gegen welche die Goldblättchen schlagen, wenn sie den grössten Grad von Electricität erreicht haben. Entfernt man die Messingstäbe *DD* so weit von einander, als möglich, so zeigt dieses verbesserte Electrometer gerade so das Maximum von Electricität. Ist dagegen die Electricität, die durch Berührung mit der leitenden Luft, oder irgend einer andern

lle der Electricität erzeugt wird, so geringe,
man aus der Lage der Goldblättchen nicht
Sicherheit schliessen kann, ob sie electri-
ind, oder nicht, so nähert man die Messing-
vermittelst der Mikrometerschraube einan-
llmählig, bis sie durch ihre Anziehung die Di-
enz der Goldblättchen hinreichend vermeh-
um uns in den Stand zu setzen, die Art der
ricität dieser Blättchen auszumitteln. In die-
Falle, so wie in allen andern, zeigt der
der Eintheilung auf dem Kopfe der Mikro-
schraube, welcher in dem Augenblicke, da
oldblättchen an die Stäbe hinanfahren und
hlagen, dem festen und unbeweglichen Zei-
egen über stehen, an, ob die Electricität von
stärkern oder geringern Intensität war.

II.

ELECTRISCHE ERFAHRUNGEN über verschiedene Gegenstände

von

Herrn Dr. van Marum in Haarlem.

(Beschluss.) *)

Wirkung der grossen Batterie auf Bäume.

Schon Nairne hat 1773 Versuche über die Wirkung einer Batterie von 50 Quadratfuss Be-

*) Ich ziehe unter dieser Ueberschrift das Interessanteste aus den Erfahrungen kurz zusammen, die sich, ausser den von Gren bereits mitgetheilten, in der *Seconde Continuation des Expériences, faites par le moyen de la Machine Electrique Teylerienne par* van marum, *Harlem* 1795, 391 Seiten, 4, Französisch und Holländisch, mit 5 Kupfertafeln, finden. Vieles aus diesem Werke war schon im Aeltern *Journale der Physik*, (B. IV, S. 1; B. VI, S. 37 und 360,) und im *Neuen Journale der Physik*, (Band III, S. 1,) mitgetheilt. Dies und das Allgemein-Interessante dieser ins Grosse gehenden electrischen Versuche, bestimmte wahrscheinlich den sel. Gren, ungeachtet der deutschen Uebersetzung dieses Werks, die wichtigsten, von ihm noch nicht benutzten Aufsätze in dem er-

gung, auf verschiedene Pflanzen, unter andern ich auf den *Lorberbaum* und die *Myrte*, angeellt. Alle Zweige der Pflanzen, durch welche er electrische Schlag ging, starben, früher oder päter; je nachdem die Pflanze mehr oder weniger saftreich war. Bei einem Lorberzweige fingen erst 15 Tage nach dem Versuche, die Blätter m, gelb zu werden und abzufallen, und an der Myrte erstarben erst nach einem Monate einige kleine Zweige in der Krone. *)

Diese interessanten Versuche wiederholte ich mit einer Batterie von 550 Quadratfuss Belegung, und zwar an jungen abgeschnittenen, 8 Fuss langen Aesten der gemeinen *Weide*, einer Baumart, welche die kraftvolleste Vegetation hat, und in der das vegetabilische Leben am meisten zu leiden vermag, bevor es erlischt.

Im April 1791, gerade als diese Aeste anfingen kleine Zweige zu treiben, leitete ich den electrischen Schlag 15 Zoll weit durch die Mitte zweier, und durch das obere Ende zwei anderer solcher Weidenäste; denn in grösserer Länge ihn

sten Hefte dieser Annalen übersetzt zu liefern. Durch das Gegenwärtige wird die Benutzung der van Marumschen Schrift für dieses Journal vollständig.

*) *Philosoph. Transact.*, Vol. 64, p. 1.

durch den Ast zu führen, wollte mir nicht gelingen. Diese Aeste wurden darauf gepflanzt. Die electrischen Stellen trieben gar keine Zweige. Das obere Ende der in der Mitte electrisirten trieb zwar einige Tage lang kleine Zweige, aber viel langsamer als nicht-electrisirte, und auch diese Zweige starben in wenigen Tagen ab. Hingegen trieben die nicht-electrisirten Stellen eben so gut Knospen, als die daneben gepflanzten nicht electrisirten Weiden. — Diese Versuche zeigen also, dass die Vegetation, selbst in den Pflanzen, worin sie am kräftigsten und am schwersten zu tödten ist, durch einen hinlänglich starken electrischen Schlag zerstört wird. Auch ist ihre Wirkung der des Blitzes auf Bäume, sehr ähnlich, da auch der vom Blitze getroffene Baum bald abstirbt.

Verkalkung der Metalle durch den electrischen Schlag.

Diese Versuche stellte ich 1788 mit der Batterie von 225 Fuss Belegung, als eine Fortsetzung der Versuche, an, die ich 1786 gemacht und in der *Premiere Continuation* etc. beschrieben habe, und wiederholte sie, und die frühern, mit der grosen Batterie von 550 Quadratfuss Belegung, ohne dass sich dabei eine wesentliche Verschiedenheit gezeigt hätte.

Die Erscheinungen bei *Halbmetallen* wichen nur wenig von den mit ganzen Metallen ab. Da die Halbmetalle zu spröde sind, als dass sich Draht aus ihnen ziehen ließe, so suchte ich sehr dünne Platten davon zu erhalten, um sie in kleine Streifen zu zerschneiden, welches aber nur mit *Zink* und *Wismuth* gelang. Als electrische Schläge von verschiedener Stärke hindurchgeführt wurden, stieg das verkalkte Metall in Gestalt eines dicken Rauches auf, und setzte sich an das darüber gehaltene Papier in Blumen an, die an Farbe und Zeichnung denen des Eisens glichen, welche in der *Premiere Continuation* etc. auf Tafel 3 abgebildet sind. Diese Metalle bei schwächerer Ladung in glühende Kügelchen zusammen zu schmelzen, gelang nicht. — Dieselben Erscheinungen erfolgten, als ich gereinigtes *Spiessglaspulver* in einer Linie auf Papier legte und den electrischen Schlag hindurchführte; doch zerstob das Meiste vor dem Calciniren.

Darauf ließ ich die Halbmetalle mit so viel Zinn mischen, dass sie dehnbar genug wurden, um sich in Draht, $\frac{1}{30}$ Zoll dick, ziehen zu lassen. Zu dem Ende musste zum *Zink* 2, zum *Kobalt* 8, zum *Wismuth* 24 und zum *Spiessglase* 12mal so viel Zinn gesetzt werden, als man von diesen Halbmetallen nahm. Beim Verkalken dieser Gemische

durch den electrischen Schlag, zeigte sich nichts auszeichnendes. Das verkalkte Metall ging theils als Dampf fort, theils bildete es auf dem darüber gehaltenen Papiere allerlei Figuren, denen einiger unvermischten Metalle ähnlich. Im einzigen Spiesglasdrahte schien das Zinn seine merkwürdige Eigenschaft, in kleine Kügelchen zu [illegible] ben, die sich auf eine sehr besondere Art [illegible] ren, behalten zu haben.

Um über diese Eigenschaft noch weitern Aufschluss zu erlangen, verfuhr ich mit Gemischen aus *Zinn* und den *edeln Metallen* auf dieselbe Art. Um Draht, $\frac{1}{30}$ Zoll dick, zu erhalten, musste ich auf 1 Theil *Silber* 8, und auf 1 Theil *Gold* 32 Theile Zinn nehmen. So geringe in diesen Gemischen auch der Antheil der edeln Metalle war, so verlohr doch das Zinn jene Eigenschaft.

Darauf liess ich Draht, $\frac{1}{75}$ Zoll dick, aus gleichen Theilen von *Gold* und *Silber*, von *Gold* und *Kupfer*, und von *Silber* und *Kupfer* ziehen. Ich war sehr verwundert, zu sehen, wie beim electrischen Schlage diese Gemische zum Theil in kleine glühende Kugeln zerstoben, die im Wegrollen auf dem Papiere Flecke in gerader Linie hinterlassen hatten. Sie verloren indess so schnell ihre Glühröthe, dass man sie kaum gewahr wurde.

Auch mit der grofsen Batterie gelang es mir icht, *Zinn-* oder *Zink-*, oder *Silberamalgama*, das ı kleinen Strahlen auf Papier gelegt wurde, der *Queckfilber* in fehr dünnen Glasröhren zu erkalken.

Ein *Platindraht*, $\frac{1}{75}$ Zoll dick, fchien beim lectrifchen Schlage diefelbe Schmelzbarkeit als ilber zu haben. Das Platin wurde in einen rauen, fehr feinen Staub verwandelt, der ähnliche Zeichnungen, wie Eifen, auf dem Papiere ildete, und der dem Eifenkalke fo ähnlich war, afs ich ihn für wahren Platinkalk halten mufs, is man durch Verfuche das Gegentheil beweien wird.

Obgleich diefe fortgefetzten Verfuche über as Verkalken der Metälle, auf keine fo merkrürdigen Erfcheinungen führten, als es anfangs :hien, fo fetzte ich fie doch fo lange fort, bis lle Hoffnung verfchwand, dabei etwas Lehrreihes und Neues zu entdecken.

Was ich bei meinen vorigen Verfuchen für nmöglich gehalten hatte, dünne Glasröhren zu inden, die den Durchgang des electrifchen chlags, ohne zu zerbrechen, ertrügen, um in hnen die Verkalkung der Metalldrähte vorzunehmen, und durch den Gewichtsverluft der Luft in der Röhre zu beweifen, dafs ihr Sauerftoff fich

Körper entzünden. Das geschieht aber nicht bei dickern Leitern.

Da das Reissblei (*Plombagine*) gar nicht, oder doch nur sehr schwer schmilzt, so hatte Patterson in Philadelphia vorgeschlagen, daraus die Spitzen der Blitzableiter zu verfertigen, um sie gegen das Zusammenschmelzen zu sichern. Allein das würde ohne Nutzen seyn, da das dichteste Reissblei von einer Ladung meiner grossen Batterie pulverisirt wird. Ueber dies habe ich schon 1785 gezeigt, dass die Blitzableiter mit Spitzen, vor denen ohne Spitzen, eben keinen beträchtlichen Vorzug haben.

Ob einige Stoffe durch Funken aus dem Conductor der Teylerschen Maschine zersetzt oder sonst merklich verändert werden?

Bei den Versuchen, die ich in den Jahren 1785 und 1787 mit einigen Gasarten angestellt hatte, waren zwei dieser Stoffe, das Salpetergas und das alkalische Gas, durch electrische Funken zersetzt worden. Mehrere Physiker glaubten, dieses möchte auch wohl mit andern Stoffen der Fall seyn, deren Bestandtheile man vielleicht auf diesem Wege besser möchte kennen lernen, und schlugen verschiedene flüssige und feste Körper

vor, die sie auf diese Art behandelt zu sehen wünschten.

Ich bediente mich zu diesen Versuchen gläserner Röhren 13 bis 14 Zoll hoch und 0,3 bis 0,4 Zoll weit, deren eines Ende zugeschmolzen, und mit einem leitenden Drahte aus Platin versehen war. Diese Röhren füllte ich so mit Quecksilber, daß, wenn der zu prüfende Stoff auf das Quecksilber einen Zoll hoch geschüttet wurde, die Röhre bis auf einen halben Zoll angefüllt war, kehrte darauf die Röhre um, und setzte sie in ein Gefäss mit Quecksilber, welches Taf. IV, Fig. 6, bei *b* abgebildet ist. Dieses Gefäss brachte ich unter einen isolirten Conductor *c*, der auf der Glasröhre *d* steht, und mit einer Messingplatte *e* versehen ist, so dass, wenn man das Ende der Röhre *a* durch ein Loch in dieser Messingplatte steckt, die Röhre, welche den Conductor fast berührt, senkrecht erhalten wird. Setzt man diesen Conductor einige Zoll weit vom Conductor der Maschine, und bringt das Quecksilber *b* mit dem Boden in Verbindung, so werden die Funken, die auf ihn überspringen, durch die Glasröhre geleitet. Die Luftschicht, welche in der Röhre über dem zu untersuchenden Stoffe blieb, dient dazu, dass der Funken, der durch den Platindraht geht, in Form von Strah-

len auf den zu prüfenden Stoff komme, welche oft mehr Wirkung thut, als wenn der Draht den Stoff selbst berührt; nur muss diese Luftschicht nicht aus atmosphärischer Luft, sondern aus einer Gasart bestehen, welche der electrische Funken nicht zersetzt, z. B. aus Lebensluft oder Luftsäure (*Mofet*), damit die Salpetersäure, welche der electrische Funken aus der atmosphärischen Luft abscheidet, nicht die Resultate des Versuchs verwirre.

Im Falle der zu prüfende Stoff sich mit dem Quecksilber zersetzt, wie z. B. manche Säure, fülle ich die Röhre ganz mit dieser Säure, setze sie umgekehrt in ein Gefäss, welches dieselbe Säure enthält, und führe einen Platindraht in die Röhre, bis einen Zoll tief unter der Oberfläche der Säure, welcher die Stelle des Quecksilbers vertritt. Die erstere Vorrichtung will ich mit *A*, die letztere mit *B* bezeichnen.

Stark concentrirte Schwefelsäure, im Apparate *B*, eine Viertelstunde lang den positiven oder den negativen electrischen Funken ausgesetzt, litt keine Veränderung, auch wenn die Glasröhre stark erhitzt wurde. Eben so wenig das gemeine *Vitriolöhl*.

Rauchende Salpetersäure gab in fünf Minuten zwei Zoll eines luftförmigen Stoffs, wovon aber

nach einer Viertelstunde nur noch sehr wenig übrig war, und den ich deshalb für Salpetersäure halte, welche der Wärmestoff des electrischen Stromes in luftförmigen Zustand versetzt hatte. Uebrigens schien die Säure unverändert. Die *gewöhnliche Salpetersäure* gab gleichfalls einen halben Zoll Luft, welche gleichfalls bald, nachdem man mit dem Electrisiren aufhörte, verschwand. Eben so die *rauchende* und die *gewöhnliche Salzsäure*. Aus der *oxygenirten Salzsäure* entwickelte sich dagegen gar keine Luft; welches zeigt, daſs der Wärmestoff des electrischen Fluidi sich nicht leicht mit dem Sauerstoffe luftförmig verbindet.

Zerflossenes kohlensaures Gewächsalkali im Apparate *A* eine Viertelstunde lang electrisirt, litt gar keine Veränderung. Dagegen gab *kohlensaures Ammoniak* eine solche Menge Luft, daſs die Glasröhre in fünf Minuten ganz damit angefüllt war. Diese Luft war zum Theil Wasserstoffgas, der Rest Stickgas; und man sieht hieraus, daſs die Zersetzung des Ammoniaks in seine beiden luftförmigen Bestandtheile, unter dem Drucke der Atmosphäre fast eben so schnell, als im luftleeren Raume gelingt. *)

*) *Neues Journal der Physik*, B. III, S. 1 f.

Lackmußtinktur eine halbe Stunde lang electrisirt, veränderte ihre Farbe nicht; daher im electrischen Strome keine Säure ist.

Die stärksten Funken auf *glühenden Salpeter*, den ich über dem Feuer in beständigem Flusse erhielt, eine Viertelstunde lang geleitet, bewirkten nicht die geringste Detonnation, und der Salpeter war nach dem Versuche nicht im mindesten alkalisirt.

Salzsaures Silber (*Luna cornea*), woraus sich im Sonnenlichte Sauerstoffgas entbindet, gab im Apparate *A*, oder im leeren Raume des Barometers electrisirt, gar keine Luft.

Eben so wenig erfolgte eine Fällung, als ich im Apparate *B* die *Auflösungen* von Silber, Kupfer, Eisen, Blei oder Queckſilber in Salpetersäure, oder die Auflösungen von Gold und Zinn in Königswasser untersuchte. Bei den Auflösungen des Silbers, Bleies, Zinnes und Quecksilbers entwickelte sich ein Viertel - bis ein halber Zoll Luft, die aber nach dem Electrisiren bald verschwand. Die Kupferauflösung verschluckte einen Viertelzoll Luft. Die nicht sehr unterrichtenden Resultate dieser Versuche machten mir keine Lust, noch mehrere Stoffe auf diese Art zu behandeln.

Wiederherstellung der Metalle aus den Metallkalken durch electrische Funken.

Meine Versuche mit Metallkalken hatten mich belehrt, dass viele dieser Kalke durch Abfeuerung der Batterie, die sich im Jahre 1785 bei der Teylerschen Maschine befand, wenn man das electrische Fluidum in gehöriger Menge darauf leitet, reducirt werden. Dieses veranlasste mich, zu versuchen: ob auch durch die blossen electrischen Funken dieser Maschine, sich Metallkalke reduciren liessen; und, wenn mir dieses glückte, weiter zu untersuchen: ob jeder Metallkalk bei seiner Reduction Luft von sich giebt, und wie diese Luft beschaffen ist. Ich bediente mich dazu eben solcher Glasröhren, wie zu dem vorigen Versuche, füllte sie mit dem Metallkalke und führte den Platindraht so weit hinein, dass er nur drei Zoll von dem an das Ende der Röhre angelötheten Platindrahte entfernt war, so dass der Funken durch den Metallkalk bis auf eine Entfernung von drei Zoll von diesem letztern Drahte geleitet wurde. Das Uebrige der Vorrichtung war wie bei dem Apparate *A* der vorigen Versuche.

Rother Bleikalk (Mennig) auf diese Art in einer Röhre von ungefähr einem halben Zolle im

Durchmesser behandelt, wurde sogleich reducirt, so dass man nach einigen Minuten das wiederhergestellte Blei, welches sich an die Oberfläche der Röhre angesetzt hatte, genau unterscheiden konnte. Bei dieser Reduction entstanden in zwanzig Minuten ungefähr drei Viertel-Kubikzoll Luft, wovon mehr als der dritte Theil kohlensaures Gas war. Der Ueberrest, mit Salpeterluft untersucht, litt nicht so viel Verminderung als die atmosphärische Luft.

Weisser Bleikalk (Bleiweiss) auf eben die Art untersucht, wurde in wenig Minuten reducirt, so dass man auch Blei an der innern Oberfläche der Röhre sah, aber in geringerer Menge, als bei dem vorigen Versuche. Die hervorgebrachte Luft war auch nicht so beträchtlich, übrigens von derselben Beschaffenheit.

Zinnkalk (Zinnasche) auf eben die Art behandelt, wurde nicht reducirt; auch kam keine Luft zum Vorschein, ob ich gleich eine halbe Stunde die Funken darauf leitete.

Rother Eisenkalk (*Crocus martis*) reducirte sich auch nicht im geringsten.

Rother Queckfilberkalk durch Feuer erzeugt (*Mercurius praecipitatus per se*) wurde sogleich durch die electrischen Strahlen wider hergestellt. Das Quecksilber zeigte sich an der innern Oberflä-

che der Röhre in Gestalt eines schwarzen Pulvers, das grösstentheils aus kleinen Quecksilberkügelchen bestand, die durch das Mikroskop sehr sichtbar waren. Die Luft, die bei diesem Versuche hervorgebracht wurde, war in zu geringer Menge, als dass man sie hätte untersuchen können. Vergebens bemühte ich mich, sie durch fortgesetztes Electrisiren zu vermehren, da der Funken grösstentheils durch das hergestellte Quecksilber geleitet wurde, das sich an die Röhre gesetzt hatte, und deshalb nur wenig Wirkung hatte.

Ich hielt es für überflüssig, diese Versuche mit andern Metallkalken fortzusetzen, weil die gemachten Versuche schon hinreichend das beweisen, was man daraus beweisen kann. Die electrischen Funken, wenn sie eine hinreichende Kraft haben, sind vermögend, die Metalle zu reduciren, das heisst: den Sauerstoff, der sich mit dem Metalle vereinigt hatte, davon zu scheiden. Dieser müsste, vermittelst des Wärmestoffs, den das electrische Fluidum hinzuführt, *Sauerstoffgas* erzeugen; und wenn man diese Reduction der Kalke durch electrische Funken lange genug fortsetzen könnte, um dadurch eine hinreichende Menge Luft zu bekommen und um sie gehörig untersuchen zu können, so würde sich unstreitig auch dieses Sauerstoffgas finden, und dann

diese Wiederherstellung der Metalle einen Beweis mehr abgeben, dass die Metalle bloss durch die Vereinigung des Sauerstoffs mit ihnen verkalkt werden. Aber sobald bei diesen Versuchen ein wenig Metallkalk reducirt ist, gehen die Funken durch das wiederhergestellte Metall, und wirken daher nicht mehr, oder doch nur sehr wenig, auf den Metallkalk und sind nicht mehr vermögend den Sauerstoff davon zu scheiden und Luft daraus zu bilden. Die Luft, welche zu Anfang dieser Versuche hervorgebracht wird, kann über dies nicht einmal als entstanden aus der Vereinigung des Wärmestoffs mit der Basis der Luft, welche aus den Kalken erzeugt wird, betrachtet werden: denn die Luft, die man anfangs erhält, ist sicher grösstentheils nichts anderes, als Luft, die sich an die Metallkalke angesetzt hatte, ohne mit ihnen chemisch verbunden zu seyn. Und daher schreibt sich unstreitig der grösste Theil der Luft, die ich aus den rothen und weissen Quecksilber- (Blei-?) Kalken erhielt.

Bemerkungen über grosse Batterien und die Art, sie zu entladen.

Nairne, der sich 1773 einer Batterie von funfzig Quadratfuss Belegung bediente, bemerkte, dass, wenn er sie mit einem gewöhnlichen

ntlader von geringer Länge entlud, häufig Gläser sprangen, daſs er aber bei einem fünffüſsigen Entlader davor ſicher ſeyn konnte. Er räth daher, dem Leiter, deſſen man ſich als Entlader bedient, wenigſtens fünf Fuſs Länge zu geben. Dieſe Länge reichte bei der 135füſsigen Batterie, deren ich mich zuerſt bei der Teylerſchen Maſchine bediente, zu, nicht aber bei der 225füſsigen. Um die groſse 550füſsige von Cuthbertſon gebaute Batterie zu entladen, diente ein achtzehn Fuſs langer Leiter: *) und ſelbſt dieſer war manchmal noch zu kurz; denn dreimal zerbrach eine Flaſche der Batterie bei der Entladung, als der Entlader, der auf einem gläſernen Fuſse neben der Batterie ſteht, mit der Bleiplatte unter der Batterie durch einen dicken Kupferdraht verbunden wurde. Nahm ich aber ſtatt des dicken Drahts mehrere dünne Metalldrähte, thieriſche Körper, oder andere Leiter, in denen der electriſche Strom mehr Widerſtand fand, ſo zerbrach keine Flaſche. Doch wird dadurch auch die Kraft des Schlags etwas vermindert.

Ueberdies muſs der Entlader bei groſsen Batterien den electriſchen Strom aus der Mitte der Batterie ableiten. Als ich ihn anfangs auf eine

*) *Annalen der Phyſik*, Stück I, S. 73.

der Kugeln am Ende der Batterie führte, sprang bei jedem Entladen eine Flasche am andern entferntesten Ende. Seitdem der Entlader in der Mitte auffällt, geschieht das nicht.

Herrn Brooks Bemerkung, daſs belegte Flaschen gegen die Gefahr des Zersprengens gesichert sind, wenn man die Metallbelegung nicht unmittelbar auf das Glas, sondern zwischen beide Papier legt, fand Herr van Marum zwar bestätigt. Er lieſs bei einigen Flaschen von einem Quadratfuſse Belegung allein die äuſsere, bei andern die äuſsere und innere Belegung zugleich, mit Papier unterlegen, und in beiden Fällen sprang die Flasche bei der stärksten Ladung nie. Aber eine groſse, auſsen mit dem stärksten Schreibpapiere unterlegte Batterieflasche, wurde nicht nur, dem Electrometer nach, langsamer als eine gewöhnliche, nicht mit Papier unterlegte, geladen, sondern auch, da beide Ladungen gleiche Intensität hatten, wurde ein Draht Nr. 2, den die Entladung der letztern Flasche bis zum Schmelzen glühend machte, durch die Entladung der mit Papier unterlegten Flasche nicht einmal roth. — Bei dünnerm Papiere nahm zwar die Kraft der Entladung zu, blieb aber immer schwächer, als bei den gewöhnlichen Flaschen ohne Papier. Um daher nicht die Kraft der Bat-

rie zu ſchwächen, nahm Herr van Marum ei den Flaſchen keine Papierunterlage, und bei en vorhin erwähnten Vorſichtsanſtalten ſind ıch ihm keine Gläſer geſprungen.

Bei einigen Verſuchen mit Ladungen von ſehr erſchiedener Stärke bemerkte Herr van Marum, daſs der Rückſtand der Entladung einer atterie bei einer partiellen Ladung gröſser, als ei einer vollſtändigen Ladung ſey. Der Rückand einer Ladung von fünf Gr., ſchien ihm weimahl ſo groſs zu ſeyn, als der bei einer Laung von funfzehn Gr.

rſcheinungen an einer Glasſcheibe, welche auf einer Seite gerieben wird.

Da ich hoffte, aus dieſen Erſcheinungen einigen Aufſchluſs zu bekommen, wie Electricität lurch Reibung erzeugt werde, ſo unterſuchte ch ſie im Februar 1790. Was ich bemerkte, äſst ſich aus der Franklinſchen Theorie erklären, ntſprach aber meinen Erwartungen nicht.

Die Erſcheinungen ſind an Stärke ſehr verchieden, je nachdem der Theil des Leiters, der lie Electricität aufnimmt, ſie bloſs von der geriebenen Seite der Scheibe, oder von der nicht-electriſirten Seite, oder von beiden Seiten zugleich empfängt.

I. Wenn der Conductor auf der entgegengesetzten Seite des Reibezeugs an der Glasscheibe steht.

1. Wird in dieser Lage die Scheibe nur an Einer Seite gerieben, so zieht die andere, in den Theilen, welche dem Reibezeuge *AB*, Taf. VI, Fig. 1, und dem damit verbundenen Taffte *cdef* gegen über liegen, die electrische Materie an. Dieses sieht man deutlich an den Strahlenbüscheln, die aus dem Finger oder einem andern Leiter ausgehen, wenn man sie an diese Stelle hinhält. Eine belegte Flasche, deren Kugel man dorthin bringt, wird im Innern negativ electrisirt.

2. Entfernt man sich von der Stelle, die dem Reibezeuge gegen über liegt, so wird die Anziehung electrischer Materie immer schwächer, und hört in einer Linie *hi*, in einer bestimmten Entfernung vom Reibezeuge, ganz auf. Zwischen dieser Linie und dem einsaugenden Leiter *gg*, wird hingegen das, was man an die geriebene Seite der Scheibe hält, positiv electrisirt; und diese positive Electricität ist desto stärker, je mehr man sich dem einsaugenden Leiter nähert.

Die Entfernung der Linie *hi* vom Reibezeuge richtet sich nach dem grössern oder mindern Zuflusse von electrischer Materie nach der geriebenen Seite. Hält man z. B. an die nicht-gerie-

bene Seite, dem Reibezeuge gegen über, den Rand einer Metallplatte hin, welche ſchnell electriſche Materie hinzuführt, ſo wird die nicht-geriebene Seite ſchon dicht beim Reibezeuge oder gleich jenſeits der Metallplatte poſitiv electriſch. Findet ſich dagegen kein guter Leiter dem Reibezeuge gegen über, ſo iſt die Glasſcheibe bis auf eine kleine Entfernung vom einſaugenden Conductor negativ-electriſch. Und zwar erlangt in dieſem letztern Falle die nicht-geriebene Seite eine ſehr beträchtliche negative Electricität, welches nicht der Fall iſt, wenn die einſaugenden Theile des Leiters an die geriebene Seite der Glasſcheibe, oder an beide Seiten zugleich anliegen.

3. Dieſe beträchtliche negative Electricität, welche die nicht-geriebene Seite annimmt, wenn der einſaugende Conductor auf der entgegengeſetzten Seite ſteht, und dem Reibezeuge gegen über ſich kein guter Leiter befindet, verurſachte eine mir unerwartete und ſehr ſonderbare *Erſcheinung*. Bei jeder dritten bis fünften Umdrehung der Glasſcheibe, ging aus dem Ende des Reibezeugs, welches über die Glasſcheibe hinaus ſtand, ein beträchtlicher Strahl heraus, und verbreitete ſich in verſchiedenen Aeſten über die Stelle der nicht-geriebenen Seite, die dem Reibe-

zeuge gegen über lag. Manchmahl sprang auch ein beträchtlicher Funken aus einem der dienenden Theile des Leiters nach dieser Stelle hin. — Steht das Reibezeug nicht über die Glasplatte hervor, so zeigt sich das Phänomen doch auch, wenn man, dem Reibezeuge gegen über, an die nicht-geriebene Seite einen abgerundeten Leiter hält. — Die Zweige des Funkens zeigen sehr deutlich, daſs er nicht aus der Glasplatte kommt, sondern nach jener Stelle hinfährt, und daſs diese daher die electrische Materie sehr stark anzieht. Ich weiſs nicht, daſs jemand dieses schöne electrische Phänomen vor mir wahrgenommen hätte.

4. Jenseits des einsaugenden Conductors zeigt die nicht-geriebene Seite gar keine Electricität, weder positive noch negative.

5. Sobald die Scheibe nicht mehr gedreht wird, zieht die ganze nicht-geriebene Seite electrische Materie an; sie ist folglich negativ-electrisch. Dagegen ist die geriebene Seite positiv electrisch. Beide Electricitäten zeigen sich viel stärker, wenn man gute Leiter beiden Seiten nähert, wie das auch bei belegten Gläsern der Fall ist. — Daſs die nicht-geriebene Seite die electrische Materie anzieht, sieht man auch sehr deutlich, wenn man eine belegte Flasche nahe an den

Conductor hält, doch ſo, daſs ſie ihn nicht berührt. Die electriſche Materie verbreitet ſich dann in Strahlenbüſcheln aus dem Conductor, über die nicht-geriebene Seite.

6. Hält man an die eine Seite der Scheibe eine leitende Ebene mit der Hand, und berührt mit der andern die zweite Seite, ſo erhält man einen Schlag, wie von einer geladenen Flaſche.

II. Liegen die einſaugenden Theile des Leiters auf der Seite des Reibezeugs, ſo iſt die Anziehung, oder die negative Electricität der nicht-geriebenen Seite, dem Reibezeuge gegen über, viel ſchwächer als im vorigen Falle; und zwar iſt ſie in dem Augenblicke, da das Reiben anfängt, am ſtärkſten, nimmt aber bald ab, und erreicht nie eine beträchtliche Gröſse. Die Linie *hi* fällt viel näher an das Reibezeug, *h* oft nur einen halben Zoll davon. Sonſt iſt Alles wie im erſtern Falle. Eben ſo, wenn die einſaugenden Theile des Conductors an beiden Seiten der Glasſcheibe liegen; nur daſs dann alle dieſe Erſcheinungen viel ſchwächer ſind.

III.

BEITRÄGE
zur Hygrometrie,

von
M. A. F. LÜDICKE,
Lehrer der Mathematik an der churfürstlichen Landschule zu Meissen.

1. Bemerkungen über den Mechanismus des Saussürschen Hygrometers.

Da ich mich schon vor und in dem Jahre 1782 mit hygrometrischen Versuchen beschäftigt, und in dieser Absicht wiederholte Versuche mit ausgesottenen und breit gepreßsten *Federspulen*, mit sehr dünnen Längenschnitten von *Fischbein*, mit ausgesottenen *Pferdehaaren* und mit dünnen Längen- und Querschnitten von *Elfenbein* nach und nach und in dieser Ordnung angestellt, sie aber wegen der unsichern und zum Theil schädlichen Bestimmung des trocknen Punktes nach der Lambertschen Art *) bei Seite gelegt hatte: so waren

*) *Lambert* in seiner *Hygrometrie*, (Augsburg 1774) giebt die Vorschrift, den Punkt der vollkommenen Trockenheit unter der Glocke einer Luftpumpe zu bestimmen, indem man sie zu wiederholten

e *Saussürschen* Versuche für mich eine so ange-
hme Erscheinung, daſs ich sehr bald dessen
ygrometer mit der Scheibe nachmachte. *)
Veil es mir aber an einer hinlänglich hohen

Malen auspumpt. Allein, vermiede man auch dabei die Hindernisse, die aus den Dämpfen unter der Glocke entstehen, so zeigt doch das Hygrometer alsdann nur den höchsten Punkt, bis auf welchen es sich überhaupt austrocknen läſst, nicht aber den Stand bei der höchsten Trockenheit der umgebenden Luft und der höchsten durch sie bewirkbaren Austrocknung. Lambert blieb indessen nicht bei dieser Methode: „Ich meines Theils", sagt er in der Fortsetzung seiner Hygrometrie, (Augsburg 1775,) „habe mich begnügt, die äuſsersten Grade durch eine Reihe von Beobachtungen, die ich einige Jahre hindurch gemacht habe, zu bestimmen. Es giebt nämlich Tage im Jahre, welche die äuſserste Trockenheit, andere, welche die gröſste Feuchtigkeit anzeigen, die Zwischengrade zeigen dann die gröſsere oder geringere Feuchtigkeit." So wird aber das Hygrometer sehr unzuverläſsig und schwankend. *d. H.*

*) *Essai sur l'Hygrometrie par Mr.* de Saussüre, Neufchatel 1783. 8. Ueberſetzt von Titius, Leipzig 1784. Auch de Lucs Beurtheilung des Saussürschen Hygrometers in Grens *Journal der Physik*, B. V, S. 372. Es besteht bekanntlich aus einem in mildem Mineralalkali gesottenen Menschenhaare, dessen Enden beide von Klöbchen, (Pincetten,) gehalten werden, das untere von ei-

Glasglocke fehlte; so konnte ich dem Haare nur eine Länge von sechs Zoll geben. Damit jedoch der Bogen auf der Scheibe, zwischen den beiden äusserſten Punkten, durch diese Verkürzung nicht zu klein werden möchte, gab ich der Welle in dem Grunde der Schraubengänge einen kleinern Durchmesser als Saussüre; er betrug 0,045

nem festen, das obere von einem doppelten beweglichen Klöbchen, dessen unteres Maul das Haar, dessen oberes hingegen einen sehr feinen Silberlahn fasst, der in einigen vertieften Windungen um eine Welle geschlagen, und in sie durch einen kleinen Keil befestigt ist. Ein leichter Zeiger steckt auf dem einen Zapfen der Welle und weist an der dahinter liegenden, in 360° getheilten Scheibe, den Zustand der Luft in Absicht der Feuchtigkeit. Um das Haar zu spannen, hängt an der Welle ein kleines Gegengewicht an einem Seidenfaden. Dieses wird heraufgezogen, wenn sich das Haar verkürzt, und sinkt und spannt das Haar, wenn dieses sich verlängert. Das Haar selbst läfst sich nicht wohl um die Welle schlagen, weil es sich sonst kräuselt, so dafs das kleine Gegengewicht es nicht mehr straff anzuspannen vermag. Die Punkte der gröfsten Feuchtigkeit und Trocknifs werden unter einer Glasglocke bestimmt, die im ersten Falle mit Wasser besprengt und gesperrt, im zweiten auf ein stark erhitztes, mit Gewächsalkali bedecktes Blech gesetzt wird, und dieses giebt den Fundamentalabstand auf der Scheibe. *d. H.*

pariser Zoll, mit dem Mikrometer gemessen, der im vorigen Stücke der Annalen beschrieben ist. *) Anstatt des silbernen Lahnes bei Saussüre, bediente ich mich des feinsten Silberdrahtes; theils weil er mir weicher schien, theils weil man eine Schraube anwenden kann, bei welcher die Gänge in der Tiefe rund sind. Der Durchmesser des Silberdrahtes betrug 0,002, da hingegen einige Menschenhaare 0,001 bis 0,0015 Zoll im Durchmesser hielten. Der hinterste Zapfen war 0,0165, der vorderste aber 0,028 Zoll stark, weil dieser Zapfen den Weiser tragen muſste. Welle und Zapfen waren von Stahl gehörig fein gedrehet und polirt; dessen ungeachtet war die Friction für das kleine Gewicht, welches das Haar ziehen sollte, zu groſs.

Damit nun der vorderste Zapfen eben so fein als der hinterste werden konnte, änderte ich die Einrichtung dahin ab; daſs der Weiser nicht auf den Zapfen, sondern auf die Welle gesteckt wurde. Zu diesem Ende ward vor der Scheibe ein besonderer Arm, welcher das vorderste Zapfenloch enthielt, so befestigt, daſs der Weiser zwischen diesem Arme und der Scheibe sich frei bewegte. Nunmehr konnte der vordere Zapfen

*) *Annalen der Physik*, Stück 2, Auffatz 2.

bis auf die Dicke von 0,016 Zoll abgedr
werden.

Um die Gröſse der Friction zu beſtim
hing ich das Klöbchen, welches 12 As *)
vermittelſt des feinen Silberdrahtes in
Schraubengänge und ein eben ſo groſses
gengewicht an die Welle an. Die Welle
dem Weiſer wogen 13 As, und ich fand,
das Gewicht des Klöbchens bis auf 6 As
mehrt werden konnte, ohne ſich zu bewe
daſs es ſich aber bei 6¼ As zu bewegen an
Da nun dieſe 6 As beinahe 5 Gran geben,
3 bis 4 Gran zum Anziehen des Haares erfor
werden, ſo folgt, daſs das Gegengewicht u
bis 9 Gran ſchwerer als das Klöbchen ſeyn mi
und daſs das Haar, wenn es ſich ausdehnt,
3 bis 4 Gran, wenn es ſich aber zuſammenzie
von 8 bis 9 Gran angezogen werde. Es wü
die Friction kleiner geweſen ſeyn, wenn ich
Verſuche mit noch neu polirten und mit O
verſehenen Zapfen angeſtellt hätte; allein
wäre nicht die Friction eines Inſtruments ge
ſen, welches der Feuchtigkeit und allen Ver
derungen der Luft ausgeſetzt iſt.

Dieſes Hygrometer fand ich jedoch zieml
brauchbar, nachdem ich es mit einem ausgel

*) Ein Leipziger Pfund hält 9716 As. L.

ten Haare verſehen, das kleine Gewicht um 8 Gran ſchwerer als das Klöbchen gemacht, und beide Punkte nach der Vorſchrift beſtimmt hatte; bemerkte aber dieſelbe Unbequemlichkeit, welche Sauſſüre §. 3 und 17 anführt, daſs der Weiſer nicht genau auf denſelben Punkt kommt, wenn das Inſtrument bewegt worden, und daſs es bei Beſtimmung des feuchten Punktes ein wenig erſchüttert werden muſs. Dieſe Unbequemlichkeiten ſind zum Theil der Steifheit des ſilbernen Lahnes oder Drahtes, und zum Theil der Friction zuzuſchreiben; aber ſie ſind nicht die einzigen, welche von der Einrichtung des Inſtruments ſelbſt hergeleitet werden müſſen. Denn die Ausdehnungen der meſſingenen Säulchen, des ſilbernen Lahnes und der Klöbchen in der Wärme haben hierbei einen nicht zu vernachläſſigenden Einfluſs.

Herr von Sauſſüre fand, nach §. 27, an dem hierzu gebrauchten Hygrometer, wo die Rolle 3 Linien im Halbmeſſer hielt, daſs ſich der Weiſer in einer Wärme von 22 Graden um einen halben Grad zurück bewegte, und ſchloſs hieraus, daſs ſich das Haar um 0,02618 einer Linie ausgedehnt habe. Wenn dieſer Schluſs vollkommen richtig ſeyn ſollte, ſo müſste man vorausſetzen können, daſs an dem Inſtrumente kein Metall angebracht wäre, welches die Bewegung des Wei-

ſers nach dieſer Richtung hätte bewirken können. Nun iſt es zwar ſehr richtig, daſs die Ausdehnung der meſſingenen Säulen dem Weiſer eine entgegengeſetzte Richtung mitgetheilt haben würde, weswegen Sauſſüre ſehr richtig, um die ganze Ausdehnung des Haars in der Wärme zu finden, dieſe Ausdehnung der Säulchen zur beobachteten Ausdehnung hinzurechnet; ob er gleich anſtatt der Ausdehnung des Zinnes, die des Meſſings, welche nach Herbert auf 22 Grad *) Wärme 0,000473 und auf 1 Grad nur 0,000021 der Länge beträgt, hätte annehmen ſollen. Allein die ſchädlichſte Ausdehnung, welche nach der beobachteten Richtung eine Bewegung des Weiſers veranlaſſen muſs, hat Sauſſüre übergangen; ich meine die Ausdehnung des Silberblättchens und der beiden Klöbchen.

Die Ausdehnung des Silbers nach Herbert beträgt auf 22 Grad Wärme 0,000519 der ganzen Länge. Wenn man nun annimmt, daſs das Silberblättchen in der ganzen Länge nicht gröſser

*) Mit Herrn von Sauſſüre nehme ich an, daſs die Grade des Queckſilberthermometers mit den Graden der Ausdehnung eines Metalls im Verhältniſſe ſtehen; welches freilich, genau genommen, nicht richtig iſt, aber ſo lange beibehalten werden muſs, bis man dieſes Verhältniſs kennt. L.

gewesen sey, als dass es $1\frac{1}{2}$ Schraubengang hätte einnehmen können, wiewohl man, nach der Figur zu urtheilen, mehr annehmen muss: so wird die Länge des Silberblättchens für den Halbmesser von 3 Linien 28,26 Linien betragen, welche auf 22 Grad Wärme, die Ausdehnung von 0,01466 einer Linie geben. Die beiden Klöbchen, deren Länge man, nebst der Schraube des untern, füglich 14 Linien setzen kann, dehnen sich nach Herbert in dieser Wärme um 0,00662 einer Linie aus, und beide Ausdehnungen zusammengenommen geben die Ausdehnung von 0,02128 einer Linie, welche von der beobachteten Ausdehnung nur um 0,0049 einer Linie abweicht. Aber dieser Unterschied ist so klein, dass er noch nicht $\frac{1}{100}$ eines Grades auf der Scheibe giebt, und also nicht bemerkt werden konnte.

Hieraus glaube ich ziemlich sicher schliessen zu dürfen, dass die Ausdehnung des Silberblättchens und der Klöbchen das Zurückgehen des Weisers um einen halben Grad veranlasst habe, und dass die Ausdehnung des trockenen Haares, von der des Messings wenig, oder wenigstens bei diesem Instrumente nicht merklich verschieden seyn könne. Hätte daher Saussüre die Anbringung des Silberblättchens vermieden und das unterste Klöbchen so anbringen lassen, dass dessen Ausdehnung

auf den Weiser keinen Einfluss hätte; so würden höchst wahrscheinlich nur noch diejenigen Unterschiede übrig geblieben seyn, um welche die Wärme auf ein feuchtes Haar mehr Einfluss als auf ein trockenes hat, wenn nicht vielleicht auch diese Unterschiede, der Vergrösserung des Durchmessers der Welle durch die Wärme, und dem stärkern und schwächern Aufliegen des Blättchens auf der Welle, zugeschrieben werden müssen.

---

2. *Beschreibung eines neuen Mechanismus für Haar-Hygrometer.*

Um zuvörderst die Friction, hiernächst aber auch die Veränderungen, welche die Metalle bei abwechselnder Temperatur verursachen, von diesem Instrumente zu entfernen, gab ich meinem Werkzeuge die Einrichtung, wie sie Tafel V, Fig. 1 und Fig. 2, in der Hälfte der wahren Grösse vorgestellt ist.

Die erste Figur stellt die vordere Ansicht des Instruments und die zweite Figur den Seitendurchschnitt desselben vor. *pq*, Fig. 1, ist die vordere und *qv*, Fig. 2, die Seitenfläche eines viereckigen messingenen Rahmens, welcher den Fuss desselben ausmacht. An die vordere Wand ist der messingene Gradbogen *no*, welcher einen

Bogen von 60 Graden enthält, angeſchraubt. An die hintere Wand des Rahmens iſt der untere Theil der ſchmalen Schieferplatte *abwx*, Fig. 1, angeſchraubt, welche die hintere Wand des Werkzeuges ausmacht, und bei *m* einen Einſchnitt hat, in welchem das Klöbchen *m*, welches das untere Ende des Haars feſthält, herauf- und heruntergeſchoben, und vermittelſt der Schraube *u*, Fig. 2, feſtgeſtellt werden kann. An den obern Theil der Schieferplatte, auf der vordern Seite, iſt das ſtarke meſſingene Blech *abcd*, Fig. 1, angeſchraubt, welches den Träger der beweglichen Theile feſthält, der bei *it*, Fig. 2, ſichtbar iſt. An die hintere Seite iſt mit eben denſelben Schrauben das Blech *rs*, Fig. 2, befeſtigt, welches das Ohr zum Aufhängen des Inſtruments enthält. Dieſe Schrauben, von denen eine bei *v*, Fig. 2, ſichtbar iſt, befinden ſich in der Horizontalfläche, in welcher ſich die unterſten Theile des Trägers enden.

Der bewegliche Theil dieſes Werkzeugs hat die Geſtalt einer Wage; man ſieht ihn in Fig. 2, bei *gbαεβγ* am deutlichſten. *gb* iſt ein heruntergehender Weiſer, welcher auf das vordere Ende der Welle über einer Vierkante feſtgeſchraubt, und ſo abgewogen worden iſt, daſs deſſen Schwerpunkt in die Achſe der Welle fällt. Er iſt daher oben bei *g* hinlänglich ſtark gemacht. Die aus-

hier wenig ſchadet, und deſſen Ausdehnung bei 22 Grad Wärme nur 0,00002 eines Zolles beträgt. Um ſo viel kann ſich das Haar auf den abgerundeten Theil des Klöbchens an der Welle winden, wo der Halbmeſſer $\frac{1}{8}$ Zoll iſt. Hieraus folgt, daſs der daraus entſtehende Fehler für den ganzen Gradbogen noch nicht 0,01 Grad betragen würde.

Dieſe Befeſtigungsart des Hebels iſt hier ſehr nöthig, weil man nicht eine Wage verlangt, welche, ehe das Haar aufgezogen worden, einſpielt, ſondern die bei dem kleinſten Gewichte umſchlägt. Um aber dieſe Art von Wage gehörig einzurichten, wird ſie, nachdem man die Arme des Hebels und den ganzen Hebel mit dem Weiſer gleich ſchwer gemacht hat, dahin gebracht, daſs der Weiſer auf den mittlern Grad einſpielt, wobei das Bleiloth zugleich in Betrachtung gezogen wird. Wenn dieſes geſchehen, werden die Arme des Hebels mäſsig und auf beiden Seiten gleich in die Höhe gebogen. Die Richtigkeit der Arbeit erkennt man, wenn auf beiden Seiten der Ausſchlag gleich groſs iſt. Auf dieſe Art kann man es dahin bringen, daſs $\frac{1}{4}$ As, und noch weniger, den Weiſer durch den halben Bogen treibt, oder auch die Wage ganz umſchlägt. Solchemnach hat man eine Art von Wage, bei welcher der Weiſer von $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{4}$ As, und weniger,

durch den ganzen Bogen geführt, und wo also das Haar bei dem Zusammenziehen sehr nahe von demselben Gewichte, als bei dem Ausdehnen angezogen wird.

Das untere Ende des Haares ist mit Vorsicht an ein solches Klöbchen befestigt, dass dessen Ausdehnung, welche hier horizontal geschieht, auf das Haar keinen Einfluss haben kann. Dem Gradbogen habe ich zwar, um ihn bequem theilen zu können, 60 Grade gegeben; allein es sind bei diesem Halbmesser von 6 Zoll schon 40 Grade vollkommen hinreichend, da die Scale alsdann über 4 Zoll lang ist. Ein zu groser Bogen würde dem Haare an dem obern Befestigungspunkte bei dem Klöbchen schädlich seyn. Wollte man aber dennoch einen grösern Raum zwischen den beiden äussersten Punkten haben, so dürfte man nur den Halbmesser des Bogens und die Höhe des Instruments gröser machen. Ein Halbmesser von 8 Zoll würde bei dem Bogen von 40 Graden 5½ Zoll Bewegungsraum geben, den man mit Saussüre in 100 Theile theilen kann.

Wenn man hier ein ausgelaugtes Menschenhaar anwendet und die Bewegung bei diesem Instrumente mit der an dem Saussürschen vergleicht, so wird man sehr bald gewahr werden,

daſs hier die Bewegung flüchtiger und gleichförmiger bey dem Vor- und Rückwärtsgehen ſey, und daſs Erſchütterungen keine Veränderungen in Graden hervorbringen. Da man auch aus dem Vorhergehenden geſehen hat, daſs die Ausdehnung des trockenen Haares in der Wärme, der Ausdehnung des Meſſings ſehr nahe kommt: ſo würde man in dieſem Falle anſtatt der Schieferplatte eine Meſſingplatte erwählen können. Bei einem Inſtrumente, welches für mehrere Körper brauchbar ſeyn ſollte, war es hingegen am ſicherſten, einen Stein zu erwählen.

Es läſst ſich aber auch dieſes Werkzeug ſehr gut auf *Fiſchbein-* und *Elfenbeinſtreifen* anwenden, wenn der mittlere Theil der Welle eine andere Einrichtung erhält, und der Querſchnitt der Welle, Fig. 3, in den Querſchnitt Fig. 4 umgeändert wird. Hier iſt *efg* der Querſchnitt des mittlern Theiles der Welle; *cd* die horizontale und *ab* die vertikale Durchſchnittsfläche der Achſe der Welle. In dem Punkte *b* iſt ein feiner ſtählerner Stift, von der Stärke einer mittelmäſsigen ſtarken Nähnadel befeſtigt, welcher mit der Achſe parallel iſt, und in deren Horizontalfläche liegt. Dieſer Stift geht durch die feine Oeffnung des Fiſchbein- oder Elfenbeinſtreifens *bk*. Das untere Ende des Streifens iſt ebenfalls vermittelſt

eines solchen Stiftes, der sich an dem untern Arme befindet, befestigt. Die Schwere des Gewichts hängt hier von der Stärke der Streifen ab, unter welchen die Fischbeinstreifen am dünnesten und feinsten gemacht werden können.

Wenn man bei diesem Werkzeuge anstatt des Haares einen *messingenen Saitendraht*, oder anstatt der Elfenbein- oder Fischbeinstreifen einen an beiden Enden mit Oeffnungen versehenen Messingdraht anwendet, so hat man ein *Metallthermometer*, welches auf diese Art sehr empfindlich gemacht werden kann. Alsdann aber würde man wohl thun, den Hebel wieder auf Zapfen ruhen zu lassen, da hier die Friction von der sehr ansehnlichen Ausdehnungs- und Zusammenziehungskraft der Metalle und dem schwerern Gewichte sehr übertroffen und leicht überwunden wird.

---

3. *Beschreibung eines Mechanismus für das Lowitzische Hygrometer.* *)

Da man bei diesem Hygrometer eine sehr leichte Wage haben muss, welche genau einspielt, so

*) S. Götting. Magazin der Wiss. und Litteratur, 3tes Jahr, IV. Stück, Nr. 2, und Gehlers physikal. Wörterbuch. Tobias Lowitz, der seinen Vater,

kann die vorhergehende Einrichtung hier nicht gebraucht werden, weil der Weiser bei derselben, vor der Befestigung des Haares, unsicher hin- und herschwankt und bei einem kleinen Ueberge-

den bekannten Nürnberger Geographen und Astronomen, auf seinen Reisen, die er als russischer Akademiker nach dem Astrachanschen unternommen hatte, fand im Jahre 1772 zu *Dimitriefsk* am Ufer der Wolga, einen dünnen bläulichen Schiefer, welcher die Feuchtigkeit ungemein stark anzog, aber eben so leicht wieder verdunsten liess. Ein Täfelchen von solchem Schiefer wog glühend 175, völlig mit Wasser gesättigt, 247 Gran, hatte also von der vollkommenen Trockenheit bis zum Punkte der völligen Nässe 72 Gran Wasser angenommen. Der ältere Lowitz brachte eine runde dünne Scheibe von diesem Steine an den einen Arm einer empfindlichen Wage an, die an ein Bret befestigt war, und hing an den andern Arm eine Kette von Silberdraht, deren Ende an einen Schieber befestigt war, welcher sich in einem Falze an der Seite des Brets höher und niedriger stellen liess. Er bestimmte durch Proben den Stand des Schiebers, wenn die Wage im Gleichgewichte war, und wenn sie zehn Gran Uebergewicht hatte, theilte den Raum zwischen diesen Standpunkten in zehn gleiche Theile, und trug solcher Theile mehr, so weit es nöthig war, auf. Ward nun an den einen Arm dieser Wage der Stein, an den andern ein Gewicht gehangen, das dem Gewichte des ganz trockenen Steins gleich kam, so zeigte der Schieber das Uebergewicht des Steins in Granen an, wenn er mit dem Kettchen

wichte umschlägt. Wollte man aber jene Art von Wage zum Einspielen bringen; so würde der für diese leichte Wage viel zu grosse Weiser dieselbe schwerer und weniger empfindlich machen. Wollte man hingegen eine Wage mit einem in die Höhe gehenden Weiser hierzu erwählen; so müsste man, um die Grade so viel als möglich gleich zu machen, dem Weiser sein Gegengewicht unter dem Ruhepunkte in seiner verlängerten Richtung, und zwar mit einer Genauigkeit geben, welche der Feinheit dieser Wage angemessen wäre. Man würde daher auf diese Art bei aller angewendeten Sorgfalt nichts gewinnen, sondern die kleine Wage nur schwerer machen. Hingegen wird ein leichter und flüchtiger Wagebalken, bei welchem der eine Arm die Stelle des Weisers vertritt, diese Absicht am besten erfüllen. Die äussersten Grade werden zwar ebenfalls etwas kleiner seyn, als die mittlern; aber dieser kleine Fehler wird unmerklich und also unschädlich werden, wenn man den Schwerpunkt der ganzen Wage dem Ruhepunkte äusserst nahe gemacht hat.

so gestellt ward, dass die Wage ins Gleichgewicht kam. Ein am Schieber angebrachter Vernier zeigte noch Zehntheile eines Grans. Lowitz hat diesen Thonschiefer nirgends anders finden können. *d.H.*

Um daher den kleinen Wagebalken für dieses Hygrometer so leicht und flüchtig, als möglich, zu machen, und die Friction zu entfernen, habe ich folgende Einrichtung erwählt, wie sie in der 5ten und 6ten Figur in der Hälfte ihrer Grösse vorgestellt ist. Die 5te Figur stellt die Ansicht des Wagebalkens von oben herunter, und *ac* in der 6ten Figur stellt die Seitenansicht desselben vor. Dieser kleine Wagebalken, Fig. 5, welcher die Gestalt eines Kreuzes hat, ist von hartgeschlagenem Messing, in der Stärke einer mittelmäsig starken Stricknadel gearbeitet. In dem Querstücke *de* befinden sich bei *d* und *e* feine Einschnitte, durch welche, von unten herauf, zwei feine Fäden seidenen Garnes in die Höhe gehen, um ihn vermittelst derselben aufzuhängen. In den Punkten *a* und *b* hat derselbe sehr feine Löcher, durch welche eben dergleichen feine Fäden herunter gehen, um den Stein und das Gewicht daran aufzuhängen. Bei *c* endigt er sich in eine feine Spitze, welche den Weiser macht.

Die 6te Figur zeigt die vordere Ansicht des kleinen Instruments. Bei *no* sieht man die vordere Wand eines messingenen viereckigen Rahmens, welcher zum Fuse des Instruments dient. Die vordere oder hintere Wand ist 5½ dresdner Zoll, und jede Seitenwand ist 1½ Zoll lang. An

die hintere Wand desselben ist der von starkem Messingblech gefertigte Winkel *rst* befestigt, welcher die Rückwand des Instruments ausmacht. Auf dieser Rückwand senkrecht, steht bei *b* ein ähnlicher Träger, wie Fig. 2, bei *it*, welcher aus einer Schraubenzwinge mit zwei Schrauben von $1\frac{1}{4}$ Zoll Länge besteht, um die Fäden zu halten, an welchen der Wagebalken hängt. Das Maul dieser Zwinge befindet sich in der Vertikalfläche, und die unterste Kante oder die Lippen derselben in der Horizontalfläche der Aufhängungspunkte. Die Fäden zwischen der Zwinge und dem Wagebalken sind $\frac{1}{16}$ dresdner Zoll lang.

Der Wagebalken *ac* trägt bei *a* den Stein *f*, und bei *b* das Gegengewicht *g*, welches jedoch nur einen Theil des Gegengewichts enthält; den andern Theil des Gegengewichts giebt der Weiser *bc*. Der astrachansche Schiefer ist bei diesem Instrumente $\frac{7}{8}$ Zoll breit, und dessen gröſste Länge beträgt $1\frac{1}{8}$ dresdner Zoll. Um ihn desto empfindlicher zu machen, beträgt dessen Dicke nur 0,03 dresdner Zoll. Er hat also beinahe die doppelte Stärke einer feinen französischen Spielkarte. Der Stein sowohl, als das Gewicht, ist mit feinen Drahtöhrchen an die Fäden angehängt, damit man diese Stücke während des Justirens des Hygrometers leicht abnehmen kann.

Bei *qp* sieht man den Gradbogen, welcher 600 Grade enthält. Er ist um so viel vorgerückt, daſs der Weiser *c* sehr nahe an demselben, ohne jedoch anzutreffen, vorbeistreicht. Bei *im* befindet sich ein Bleiloth, welches mit der Spitze auf einem Merkmale in der Nähe der hintern Wand des Rahmens einspielt, wenn das ganze Instrument horizontal steht. Damit aber das Bleiloth, wenn man das Instrument forträgt, nicht zu weit ausschlagen und der Wage nachtheilig werden könne, ist bei *kl* ein Blech mit einer hinlänglich groſsen Oeffnung angeschraubt, in welcher sich der Faden des Bleilothes nur so viel bewegen kann, als zur Bemerkung des Einspielens erforderlich ist. Die groſse Oeffnung *n* befindet sich in der Vertikallinie, welche durch den Schwerpunkt des ganzen Instruments geht, und dienet, um dasselbe an einen Nagel aufzuhängen.

Bei dieser kleinen Wage habe ich ebenfalls an der Stelle der Zapfen, zum Aufhängen desselben, kürze Fäden von feinem seidenen Garne erwählt, damit der Wagebalken so leicht, als möglich, werden konnte und die Friction verhütet wurde. Der feinste Silberdraht schien mir hierzu schon zu wenig Biegsamkeit zu haben. Man darf jedoch nicht befürchten, daſs die hygrometrische Eigen-

chaft der Seide hier nachtheilig seyn werde. Sie
st zuverläſſig geringer, als die des ausgelaugten
Menſchenhaares, welches ſich nach Sauſſüre
on der gröſsten Trockenheit bis zur gröſsten
eichtigkeit höchſtens um 0,025 ſeiner Länge
usdehnt. Da nun dieſe Fäden nur $\frac{1}{16}$ dresdner
oll lang ſind, ſo würde deren Ausdehnung bei
nwendung der Menſchenhaare 0,00156 dresdner
oll betragen, und der Ruhepunkt würde um ſo
iel herunterrücken. Dieſer kleine Fehler aber
würde, da beinahe 16 Grade des Gradbogens
uf einen Zoll gehen, nur wenig über 0,02 Grad
etragen, und daher viel zu klein ſeyn, da man
ur noch 0,25 Grad ſchätzen kann. Man ſieht
uch hieraus, daſs man, ohne einen Nachtheil
u befürchten, ſehr wohl unausgelaugte Men-
ſchenhaare zum Aufhängen des Wagebalkens er-
wählen könnte, wenn man ſie etwa hierzu
rauchbarer und dauerhafter finden ſollte.

Die Flüchtigkeit meiner auf dieſe Art einge-
chteten Wage läſst ſich daraus beurtheilen, daſs
er Weiſer um 34 Grade ausſchlägt, wenn man
en Stein mit einem As beſchwert hat.

In Anſehung der bei dieſem Hygrometer ge-
wöhnlichen Beſtimmung des trockenen und
euchten Punktes, muſs ich noch einige Schwie-
igkeiten erwähnen, welche mich davon abzuge-

hen veranlaſst haben. Um den trockenen Punkt zu beſtimmen, habe ich den Stein, nachdem er in dem Sonnenſcheine ausgetrocknet war, auf ein Blech gelegt, und ſo nach und nach über einem Kohlfeuer heiſs gemacht. Dieſer nach und nach erfolgten Erwärmung ungeachtet, ging mir dennoch ein Stein wegen erhaltener Riſſe verloren, ob er gleich noch einmahl ſo ſtark, als der Stein dieſes beſchriebenen Hygrometers war. Die Beſtimmung des feuchten Punktes durch Eintauchen in Waſſer halte ich bei einem ſo dünn gearbeiteten Steine für nicht weniger gefährlich. Wenn ein Stück von dieſem Steine einige Stunden im Waſſer liegt, wird es ganz aufgeweicht und zerfällt in ein Pulver. Es iſt daher leicht möglich, daſs das Waſſer einige Steintheile an den Ecken auch während der kurzen Zeit, als er in das Waſſer gehalten wird, aufweichen und abſpülen, den Bewegungsraum an dem Gradbogen aber kleiner machen könne. Dieſem Umſtande glaube ich die Verminderung der Schwere meines erſten Steines bei wiederholter Beſtimmung der feſten Punkte zuſchreiben zu müſſen. Da man hiernächſt bis jetzt noch nicht weiſs, ob der durch Eintauchung erhaltene feuchte Punkt mit einem gewiſſen, zum Beiſpiele dem mittlern, Grade der Luftfeuchtigkeit in einem beſtändigen oder

veränderlichen Verhältniſſe ſtehe, und wenn es veränderlich iſt, nach welchem Geſetze ſich dieſe Veränderlichkeit richte: ſo glaube ich, man werde den natürlichſten und ſicherſten Weg erwählen, wenn man, um die Feuchtigkeit der Luft zu meſſen, die Feuchtigkeit der Luft ſelbſt zu Beſtimmung des feuchten Punktes anwendet.

Dieſe Bedenklichkeiten haben mich veranlaſst, auch bei dieſem Hygrometer die zwar etwas mühſame, aber, wie es mir ſcheint, der Natur ſehr angemeſſene Sauſſürſche Beſtimmungsart der feſten Punkte zu gebrauchen. Den trockenen Punkt habe ich unter der Glocke der Luftpumpe bei einer Verdünnung von 22 bis 24 Zoll des Barometers beſtimmt. Die Glocke war mit dem von Sauſſüre vorgeſchlagenen Wachſe, das aus vier Theilen Wachs, zwei Theilen Harz und einem Theile Baumöhl beſteht, verſtrichen. Zur Austrocknung bediente ich mich des ausgeglüheten Weinſteinalkali, das ich in kleinen Papierkäſtchen in verſchiedenen Höhen unter der Glocke aufſtellte. Mehr als drei kleine Käſtchen habe ich niemals nöthig gehabt. Unter dieſer Vorrichtung habe ich das Hygrometer gemeiniglich einen Tag oder eine Nacht hindurch ſtehen laſſen, und ſtets gefunden, daſs eine längere Zeit keinen höhern Grad der Trockenheit bewirken

konnte. Ich muſs überhaupt bemerken, daſs ſich beide Punkte auf dieſe Art bei dem Steinhygrometer viel leichter und ſicherer, als bei dem Haarhygrometer beſtimmen laſſen, da die Wärme und Kälte auf den Stein ſelbſt keinen, oder wenigſtens keinen merkbaren Einfluſs hat, derſelbe auch die Feuchtigkeit ſehr ſchnell annimmt und verliert, wenn er ſehr dünn gearbeitet iſt.

Der Bewegungsraum bei dieſem Hygrometer beträgt 46 Grad. Da nun der Weiſer um 34 Grade ausſchlägt, wenn man den Stein mit 1 As beſchwert, ſo enthält derſelbe bei der höchſten Feuchtigkeit der Luft 1⅓ As Feuchtigkeit.

---

4. *Vergleichung des Steinhygrometers mit dem Haarhygrometer.*

Es iſt leicht vorauszuſehen, daſs beide Hygrometer ſehr verſchieden in ihrem Gange ſeyn müſſen. Die Feuchtigkeit, welche bei dem Steinhygrometer von dem Steine eingeſogen wird und denſelben ſchwerer macht, erweicht bei dem Haarhygrometer die Faſern des Haares und macht es dehnbarer. Es iſt daher bei dem letztern die Elaſticität der Faſern vorzüglich wirkſam, auf welche, wie bei vielen Körpern, ſo auch hier, Wärme und Kälte ſehr groſsen Einfluſs haben. Die

Wärme bringt auf das Haar, nach Saussüre, *) dreierlei. Wirkungen hervor. Erstlich werden die Wassertheilchen, welche das Haar aufgenommen hat, verflüchtigt, und das Haar zieht sich zusammen; zweitens wird das Haar pyrometrisch ausgedehnt; und drittens wird es bei höhern Graden der Feuchtigkeit von einem Grade Wärme mehr ausgedehnt, als bei geringerer Feuchtigkeit. Von diesen drei Wirkungen der Wärme bleibt für den Stein nur die einzige übrig: dafs nämlich die in dem Steine enthaltene Feuchtigkeit verflüchtigt wird. Hieraus läfst sich also sehr leicht schliefsen, dafs das Haarhygrometer, theils wegen der beiden übrigen Wirkungen der Wärme, theils wegen der nicht unwahrscheinlichen Veränderlichkeit der Elasticität, mit dem Steinhygrometer nicht übereinstimmend seyn könne. Dessen ungeachtet habe ich, um den Gang beider zu beurtheilen, einige Vergleichungen angestellt.

Um dieses zu bewerkstelligen, habe ich die festen Punkte beider Hygrometer auf einerlei Art nach der Saussürischen Vorschrift, und die Punkte des Haarhygrometers bei 19 Graden nach Reaumür bestimmt. Der Weiser des Stein-

*) Versuch über die Hygrometrie, §. 26 und §. 90 bis §. 94. *L.*

hygrometers beſchrieb zwiſchen den beiden äuſserſten Punkten einen Bogen von 46 Graden, deſſen Sehne ungefähr 2⅞ dresdner Zoll enthielt; der Bewegungsraum des Haarhygrometers enthielt 38¾ Grad, und deſſen Sehne ungefähr 4 Zoll. Dieſe Grade ihres Bewegungsraumes habe ich in Grade einer hunderttheiligen Gradleiter verwandelt, den Punkt der Trockenheit mit 0 und den Punkt der Feuchtigkeit mit 100 bezeichnet. Die Decimalbrüche in folgenden kleinen Tafeln ſind nicht genau anzunehmen, da ich nur mit Mühe ⅛ der wirklichen Grade des Gradbogens ſchätzen konnte. Beide Hygrometer hängen, nebſt einem Reaumürſchen Queckſilberthermometer, nahe neben einander innerhalb der Stube, an einem Fenſter, in ihren Gehäuſen. Dieſes Fenſter ward ſtets zugehalten, um ſchnell abwechſelnde Luftſtröme zu entfernen; hingegen ſtand ein anderes Fenſter offen, welches keinen Luftzug veranlaſste.

Erſte Tafel.

Thermometer.	Steinhygrometer.	Haarhygrometer.	Unterſchied.
19	35,8	70,9	35,1
20	35,8	69,9	34,1
21	33,4	66,4	33,0
21,6	32,6	65,9	33,3
22,5	31,5	62,8	31,3
23	30,1	59,6	29,5
23	29,3	58,7	29,4

Diese Beobachtungen sind an einem heitern Sommertage gemacht worden. Ich habe sie erwählt, um den grossen Unterschied von 35 Graden bemerklich zu machen, welchen man bei dieser ersten Beobachtung sieht, wo das Thermometer eben die Wärme anzeigt, als ich bei Bestimmung der beiden äussersten Punkte gehabt habe. Da nun dieser Unterschied von 35 Theilen, auf den Gradbogen reducirt, 13,5 Grad geben, und der Halbmesser der Achse an dem Orte des Haares $\frac{1}{9}$ dresdner Zoll beträgt, so würde sich das Haar in dieser Wärme um 0,004 dresdner Zoll, oder bei 6 Zoll Länge um 0,024 seiner Länge, bei 35,8 Feuchtigkeit mehr ausgedehnt haben, als die Vergleichung erfordert, wenn man diese Abweichung bloss der Wärme zuschreiben wollte. Allein es ist auch nicht unwahrscheinlich, und der etwas langsamere Gang des Haarhygrometers auf den trockenen Punkt sowohl, als andere Beobachtungen, scheinen es zu bestätigen, dass das Haar die Feuchtigkeit langsamer verlasse, als der Stein.

Eine andere und entgegengesetzte Wirkung der Wärme auf das Haar, welche auch Saussüre bemerkt, nämlich die stärkere Abdunstung bei höhern Wärmegraden, wird ebenfalls aus dieser Tafel sehr deutlich. Die beiden zuerst ange-

führten Beobachtungen zeigen, daſs 1 Grad Wärme bei dem Haare 1 Grad Trockenheit oder Abdunſtung bewirkt habe, indeſs der Stein keine Veränderung zeigte. Alle Unterſchiede dieſer angeführten und meiner übrigen Beobachtungen ſcheinen hiernächſt zu verrathen, daſs noch eine andere veränderliche Eigenſchaft des Haares, vielleicht die Elaſticität der Faſern, in Betrachtung gezogen werden müſſe.

Zweite Tafel.

Thermometer.	Steinhygrometer.	Haarhygrometer.	Unterſchied.
21	33,4	66,4	33,0
21	29,3	61,6	32,3
21	30,4	69,0	38,6

Bei dieſen an verſchiedenen Tagen aus meinen Tafeln ausgezogenen Beobachtungen iſt der letzte Unterſchied, 38,6, ſehr auffallend. Er hätte nach den beiden vorhergehenden nicht viel über 32,3 betragen ſollen. Die Urſache dieſer Abweichung ſcheint mir jedoch darin zu liegen, daſs es in der Nacht vor dem Tage der letztern Beobachtung ſtark geregnet hatte, und die Luft in den erſten Frühſtunden noch ſehr feucht geweſen war. Es wird daher dieſe Abweichung wohl der ſpätern Austrocknung des Haares zugeſchrieben werden müſſen.

Mehrere Beobachtungen auszuziehen, halte ich für überflüssig, da ich bloss die beträchtlichen Unterschiede habe bemerklich machen wollen, welche das Haarhygrometer in Vergleichung mit dem Steinhygrometer giebt. Diese Unterschiede sind zwar bei meinem Hygrometer, wegen der hygrometrischen Ausdehnung des Haares, welche hier durch keine entgegengesetzte Ausdehnung eines Metalles vermindert wird, grösser, als sie bei der Saussürschen Einrichtung gewesen seyn würden: dessen ungeachtet erhellet selbst aus den Saussürschen Correctionstafeln, §. 90, dass die von der Wärme verursachten Unterschiede bei mehrern Graden beträchtlich sind. So giebt in dem von ihm §. 91 angeführten Beispiele, ein Unterschied von 8 Graden in der Wärme, einen Unterschied von 20 Graden in der Feuchtigkeit der Luft.

Wenn jedoch diese Unterschiede, welche die Wärme hervorbringt, die einzigen Abweichungen von dem wahren Grade der Feuchtigkeit wären; so würde ihre Grösse der Brauchbarkeit des Haarhygrometers nicht nachtheilig werden, sobald sie vermittelst des Thermometers und einer Correctionstafel bei allen dergleichen Hygrometern hinlänglich genau bestimmt werden könnten. So wie aber die erstere Voraussetzung in Zweifel gezogen

Feuchtigkeit, entweder ſogleich aus dem beobachteten Grade deſſelben, oder erſt vermittelſt einer Correctionstafel beſtimmen könne? Der Beantwortung dieſer Fragen werde ich in dieſem Winter einige meiner Nebenſtunden widmen, die mir zur Erholung übrig bleiben.

ZUSATZ.

Hochheimers Vorſchlag eines Glashygrometers. *)

Herr H. C. Hochheimer glaubt bemerkt zu haben, daſs das *Lowitziſche Hygrometer* die einmal angezogene Feuchtigkeit nicht in dem Maaſse wieder von ſich giebt, als die Atmoſphäre trockener wird; daſs es folglich bisweilen ſehr trügeriſch ſeyn und Feuchtigkeit angeben kann, wo es auf ſchon wieder erfolgte Trockenheit der Luft deuten ſollte. Deshalb ſchlägt er folgende Einrichtung zu einem verbeſſerten Hygrometer vor:

Man nehme ein vierkantiges Stahlſtäbchen, ungefähr zwei Linien dick und zehn bis zwölf Zoll lang, und aptire ſolches zu einer Art von Schnellwage, ſo daſs der eine Arm ſich in eine Schraube endigt. In dieſe wird eine Bleikugel von ſchicklicher Gröſse, ſtatt des ſonſt gewöhnlichen Aufhängegewichts eingeſchraubt.

An den andern Arm der Wage hänge man eine auf beiden Seiten matt geſchliffene Glastafel, die ungefähr zehn Zoll lang und ſieben Zoll breit ſeyn kann, nachdem

*) Aus den Leipziger Oekonom. Heften, B. VIII, Heft 5, 1798.

em man sie zuvor durch Reiben mit warmer Asche on aller Feuchtigkeit befreiet hat, und bringt sie lurch Auf- oder Abschrauben der Bleikugel ins Gleich- ewicht. Den Ort, bis zu welchem die Bleikugel hin eschraubt ist, bezeichne man auf das genaueste, als len Stand der gröſsten Trockenheit.

Darauf nehme man die Glastafel wieder ab, tauche ie über und über in Wasser, gebe ihr einen Schwung, daſs die Tropfen davon ablaufen und wische diese unten vom Rande ab. So angefeuchtet bringe man sie wieder an die Wage, und stelle diese vermittelst des Drehens der Bleikugel wiederum ins Gleichgewicht. Man bezeichnet hier ebenfalls den Ort, wo die Bleikugel steht, als den höchsten Grad der Feuchtigkeit.

Diese Wage hänge man alsdann in einem Kästchen on trockenem Holze auf, welches geräumig genug ist, laſs die Glastafel darin auf- und abgehen kann. Der leckel des Kästchens wird so weit und nicht weiter usgeschnitten, als daſs die Zunge der Wage sich gerade frey hin und her bewegen kann. Der Zunge parallel bringt man einen Gradbogen an und theilt ihn, von er höchsten Trockenheit an, bis zur höchsten Feuchtigkeit in eine beliebige Anzahl von Graden ein. Auf len vier Seiten ist das Kästchen zum Durchzuge der uft mit einigen kleinen Löchern versehen. Auch ſst sich die Zunge an dem einen Arme, und der Gradgen an der Seite des Kästchens anbringen.

So weit Herrn Hochheimers Vorschläge. Soll e Feuchtigkeit, die aus der Luft sich auf die matt ge-

schliffene Glasplatte legt, einen merklichen Ausschlag geben, so muss die Glasplatte in einem beträchtlich größern Abstande als die Bleikugel vom Ruhepunkte hängen, und die Glasplatte ist dann in eben dem Verhältnisse kleiner als ohne dies. Wäre dieses nicht der Fall, so würde das Instrument höchst wahrscheinlich auch als Manometer wirken, und nicht blofs, wenn die Feuchtigkeit, sondern auch wenn die Dichtigkeit der Luft geändert wird, einen Ausschlag geben; doch wäre es der Mühe werth, Beobachtungen darüber anzustellen, ob das nicht in der That bei diesem Glas- und dem Lowitzischen Steinhygrometer der Fall ist, und ob nicht manche von den Abweichungen, die Herr Lüdicke zwischen dem Haar- und Steinhygrometer wahrnahm, sich hieraus sollte erklären lassen.

IV.

Über

EIN MERKWÜRDIGES PHÄNOMEN

n der Meteorologie,

von

Herrn VON SAUSSÜRE,
Professor zu Genf. *)

Als mein Hygrometer zu der Vollkommenheit elangt war, daſs ſich ihrer mehrere mit einan- ler vergleichen lieſsen, und daſs es empfindlich ge- ug war, um die Veränderungen der Atmoſphäre ugenblicklich anzuzeigen; hoffte ich die Ver- nderungen des Wetters damit vorherſagen zu önnen. Ich erwartete, daſs es bei herannahen- lem ſchönen Wetter, auf Trocken, und bei evorſtehendem naſſen Wetter, auf Feucht zei- zen würde: und gewöhnlich geſchieht es auch, laſs es auf Trocken zeigt, wenn Nordoſt-Wind veht, der gemeiniglich bei uns ſchönes Wetter ringt, und im Gegentheile auf Feucht, wenn ie regnige Jahrszeit herrſcht. Ich habe aber itdem die merkwürdige Ausnahme bemerkt,

*) Eine Vorleſung, gehalten in der Naturforſchenden Geſellſchaft zu Genf, im Oktober 1797, und abge- druckt in der *Decade philoſophique*, 1798, Nr. 4.

dafs die gröfste Trockenheit gewöhnlich der Vorläufer des Regens ist.

Ueber die Erklärung dieser Erscheinung hatte ich wiederholt nachgedacht, als ich neulich zu Plombieres einen befriedigenden Grund davon entdeckte; und damit wird sich dieser Aufsatz beschäftigen.

Um meinen Beobachtungen den möglichsten Grad von Gewifsheit zu geben, verwahrte ich meine Instrumente nicht allein gegen die directen, sondern auch gegen die reflektirten Strahlen der Sonne, und beobachtete täglich zu derselben Stunde, besonders um 4 Uhr des Nachmittags, ihren Stand, weil da gewöhnlich die gröfste Trockenheit herrscht.

Während meines zweimonatlichen Aufenthalts zu Plombieres ereignete sich die gröfste Trockenheit, die ich bemerkte, den 2ten August. Das Hygrometer zeigte auf 68°,5, das Thermometer auf 22°,5. Drei oder vier Tage zuvor hatte das Hygrometer, zu derselben Stunde, höher, das heifst: näher an Feucht, gestanden, nämlich auf 86° oder 87°; obgleich das Thermometer beinahe einen Grad höher, nämlich 23°,1 zeigte, und also das Hygrometer verhältnifsmäfsig niedriger hätte stehen sollen. Es regnete am Abend desselben Tages, den 2ten August, an welchem

es am trockensten gewesen war. Zu derselben Zeit, als das Hygrometer fiel, fiel auch das Barometer beinahe zwei Linien. Diese ausserordentliche Trockenheit schreib ich der Verdünnung der Luft zu, weil in verdünnter Luft das Hygrometer fällt und auf einen grössern Grad der Trockenheit hindeutet, wie ich dies in meinem Versuche über die Hygrometrie durch verschiedene Versuche bewiesen habe.

Bei meiner Rückkehr von Plombieres setzte ich meine Beobachtungen mit derselben Sorgfalt fort. Den 29sten August dieses Jahrs, 20 Minuten nach 4 Uhr Abends, bemerkte ich das Hygrometer bei 74°, während das Thermometer auf 22°,5 stand. Am folgenden Tage, 50 Minuten nach 1 Uhr, fand ich das Thermometer genau auf demselben Grade, das Hygrometer hingegen auf 59°,5; also 14°,5 tiefer, als am vorhergehenden Abend. Ich zeichnete mir dieses als eine schätzbare Beobachtung über Gleichheit der Thermometerhöhen an. Es erhellte daraus offenbar, daſs die Trockenheit der Luft, nicht durch Zunahme der Wärme, sondern durch irgend eine andere Ursache, z. B. durch Verdünnung, vermehrt worden war. In der That war auch das Barometer um mehr als eine halbe Linie gefallen. Der Wind wehte aus

Südwest, und den folgenden Morgen früh regnete es.

Jedoch den auffallendsten Beweis hiervon, findet man in meinem Versuche über die Hygrometrie. Zu Chamouni, den 23sten Jul 1781, stand das Hygrometer auf 41°, 2, und das Thermometer auf 20°,2; eine Wärme, die unmöglich solch einen Grad von Trockenheit hervorbringen konnte. Denn rechnet man nach der Tafel auf Seite 87 meines Versuchs über die Hygrometrie, so findet sich, daſs der Unterschied von 4½° Wärme, zwischen dem Tage und dem vorhergehenden, das Hygrometer nicht mehr als um 9°, und also nicht um 20° konnte fallend machen, um die es wirklich fiel. Diesen Ueberschuſs von 11 Graden muſs man daher einer andern Ursache, und zwar, wie ich vermuthe, der Verdünnung der Luft zuschreiben; sie mag, indem das Barometer fällt, oder durch Winde, die aus einer gewissen Richtung blasen, verdünnt werden. In der That muſs der Süd- und Südwest-Wind, der von niedrigern Gegenden, als die unsrige, und von der See kommt, sich aufwärts bewegen, deshalb sich ausdehnen und verdünnen, und dadurch, wie ich bemerkt habe, ein Vorrücken des Hygrometers gegen Trocken veranlassen. Wahrscheinlich trug auch die ausserordentliche Höhe des

Thals von Chamouni über der Meeresfläche, sehr viel zu der außerordentlichen Trockenheit bei, die den 26. Jul. 1781 in diesem Thale herrschte.

So läßt sich das auf den ersten Anblick so seltsame Phänomen: daß außerordentliche Trockenheit dem Regen vorangehe, genügend erklären. Das Hygrometer wird hierdurch ein Mitgehülfe für das Barometer, und giebt eine der gewissesten Anzeigen bevorstehender Veränderungen des Wetters. Denn noch muß ich hinzufügen, daß es auch dieses Mahl wieder den Morgen darauf zu Chamouni regnete.

Selbst in der Natur finden sich ähnliche Zeichen der Trockenheit, die den Landmann nicht betrügen und aus denen er stürmisches Wetter lange vorher verkündigt. Hierher gehört die Schlaffheit und das Welken der Pflanzen mit großen und dünnen Blättern, z. B. des Kürbisses und der rothen Rüben in unsern Gärten, des großen Huflattichs, (*Tussilago Petasites*,) in den Feldern, und der Cacalia in den Gebirgen. Man hat bemerkt, daß bei herannahendem stürmischen Wetter die Blätter dieser Pflanzen welken und sich gegen den Boden neigen, sich hingegen wieder aufrichten und ihr lebhaftes, frisches Ansehen wieder gewinnen, wenn Thau oder Regen die Elasticität ihrer Fibern wiederhergestellt

haben. Dabei muſs ich bemerken, daſs in der That ein auſserordentlich trockener Wind dem ſtarken Regen des vergangenen Septembers vorherging. Dieſe Dürre, welche ſich vor ſtürmiſchem Wetter einſtellt, ſcheint den Endzweck zu haben, die Pflanzen in den Zuſtand zu verſetzen, worin ſie den gröſsten Vortheil vom Regen ziehen können; wovon ihr Wachsthum und Gedeihen abhängen. Eine trockene Luft erſchlafft und leert ihre Gefäſse, und giebt ihnen ſo das Vermögen, das Regenwaſſer ſtark einzuſaugen, und zugleich die nährenden Theile, welche der Regen aus der Luft mitnimmt, durch die er fällt, und die dann mit Kohlenſäure und andern flüchtigen Theilen, welche den Vegetabilien Fruchtbarkeit geben, geſchwängert iſt. Man hat auch wirklich bemerkt, daſs Regenſtürme, die auf ungewöhnlich trockenes Wetter folgen, den Pflanzen ganz vorzüglich Wachsthum und Kraft ertheilen, bei weitem mehr, als ein anderer Regen oder anhaltend feuchtes Wetter.

Hieraus ſieht man, daſs, je mehr Aufmerkſamkeit wir auf die Naturerſcheinungen richten, wir deſto mehr Urſache finden, die Ordnung und Gleichförmigkeit der Geſetze zu bewundern, denen ſie unterworfen ſind.

V.

VERSUCHE UND BEOBACHTUNGEN
über
e Fortpflanzung der Wärme in Flüssigkeiten,
von
Herrn Grafen Rumford
in München.

(Fortsetzung.)

7.

: das Waſſer, wie ich vorausſetze, in der That
ı vollkommener *Nichtleiter* der Wärme, das
iſst, findet *gar keine Communication der Wärme*
ziſchen den benachbarten Partikeln oder klein-
n Maſſen dieſes Fluidi Statt, und wird folg-
h die Wärme darin *nur* vermittelſt der Bewe-
ng, die durch den Wechſel der Temperatur
rurſacht wird, verbreitet; *) ſo folgt daraus,

*) Schon der ſel. Gren, im *Neuen Journal der Phyſik*, Band IV, S. 453, erinnerte gegen dieſe Ausſage mit Recht, daſs aus den Beobachtungen des Grafen Rumford nur folgt: Waſſer ſey ein *ſehr ſchlechter Wärmeleiter*; und daſs die Behauptung: Waſſer ſey ein *vollkommener Nichtleiter* der Wärme; die That-

Stunden ſtehen blieb, damit die Eisſcheibe im Gefäſse die Temperatur von 32° erhalten ſollte.

Das Gemenge von zerkleinertem Eiſe und Waſſer in der flachen Schale, worein das Glas geſetzt wurde, ſtand mit dem Eiſe im Glaſe in gleicher Höhe. Nach vier Stunden bedeckte ich die Eisſcheibe oben mit einem runden Stücke ſtarken Papiers, und ſchüttete behutſam 73¾ Unze Troy-Gewicht kochend heiſses Waſſer in das Glas, welches dadurch bis zu einer Höhe von 8 Zoll über der Oberfläche des Eiſes gefüllt wurde. Dann zog ich das runde Stück Papier, welches die Oberfläche des Eiſes bedeckte, ſehr behutſam weg, lieſs eine gewiſſe Anzahl von Minuten das heiſse Waſſer in Verbindung mit dem Eiſe, ſchüttete es dann ab, und wog das Gefäſs mit dem darin gebliebenen ungeſchmolzenen Eiſe, woraus ſich *die Menge von Eis ergab*, welche von dem heiſsen Waſſer, ſo lange ich es in dem Geſchirre hatte ſtehen laſſen, *geſchmolzen war.*

Dieſen Verſuch wiederhohlte ich an demſelben Tage viermal, (am 16ten März 1797,) indem ich bei jeder Wiederhohlung die Zeit, die das Waſſer auf dem Eiſe ſtehen blieb, veränderte. Folgendes waren die Reſultate dieſer Verſuche.

Versuch.	Zahl der Min., die das heisse Wasser auf dem Eise blieb.	Temperatur des heissen Wassers, als es auf das Eis gegossen wurde.	Temperatur des heissen Wassers, am Ende des Versuchs 1 Zoll unter der Oberfläche.	Gewicht des geschmolzenen Eises in Granen.
19	1	186°	—	1632
20	3¾	185°	—	1824
21	15	184°	170°	1757
22	60	186°	140°	2573

Aus diesem Versuche war es klar, daſs ein sehr groſser Theil des geschmolzenen Eises gleich zu Anfang schmolz, während das heiſse Waſſer in das Glas *gegoſſen* wurde, worauf gewöhnlich gegen 1 Minute hinging, und die Irregularitäten in den Reſultaten, vorzüglich der drei erſten Verſuche, zeigten deutlich, daſs die Quantität des dabei geſchmolzenen Eiſes in den verſchiedenen Verſuchen verſchieden war. Ich hatte es wirklich vorausgeſehen, daſs dies der Fall ſeyn würde, und aus der Urſache bedeckte ich die Oberfläche des Eiſes mit einem ſtarken Stück Papier, und ſuchte das Waſſer recht ſanft in das Glas zu gieſsen: aber alle dieſe Vorrichtungen reichten nicht hin, die groſsen Abweichungen in den Reſultaten der Verſuche zu hindern; und da ich vermuthete, daſs die Bewegung, welche in der heiſsen Waſſermaſſe hervorgebracht wurde, wenn ich das runde Stück Papier, welches das Eis bedeckte, hinwegzog, die

Versuche gemacht wurden, hatte die Temperatur von 41°.

Versuch.	Zahl der Minuten, die das heiſse Waſſer auf dem Eiſe ſtand.	Temperatur des heiſsen Waſſers 1 Zoll unter der Oberfläche, am Anfange des Verſuchs	am Ende des Verſuchs.	Gewicht des geſchmolzenen Eiſes in Granen.
23	1	196°	196°	413
24	3	190°	188°	703
25	10	192°	182°	580
26	30	190°	165°	914
27	180	190°	95°	3200

Bei dieſen drei letztern Verſuchen können wir mit einem ziemlichen Grade von Gewiſsheit beſtimmen, *wie viel Eis während des Actus des Begieſsens in das Glas* geſchmolzen wurde, und daher auch die Anzahl der Grade, bei welchen das Eis beim gewöhnlichen Gange des Verſuchs ſchmilzt; wenn wir nämlich vorausſetzen, daſs gleiche Quantitäten Eis in gleichen Zeiten ſchmelzen.

Da beim 27ſten Verſuche 3200 Gran in 180 Minuten, beim 25ſten 580 Gran in 10 Minuten ſchmolzen, und wir ſicher annehmen können, daſs auch beim 27ſten Verſuche in 10 Minuten dieſelbe Eismenge als im 25ſten, d. h., 580 Gran, geſchmolzen ſey; ſo bleiben für die folgenden 170 Minuten 3200—580, d. i., 2620 Gran Eis übrig, welche während dieſer Zeit im 27ſten Verſuche

schmolzen, zumahl, da wir annehmen können, dass, sobald die Bewegung des Wassers, die durch das Hineinschütten verursacht wurde, aufhört, auch der Prozess beim Eisschmelzen von da an regelmässig wird.

Aber, wenn bei dem regulären Gange des Versuchs nicht mehr als 2620 Gran in 170 Minuten zerschmolzen, so ist es klar, dass nicht mehr als 154 Gran bei dem regulären Gange des Versuchs in 10 Minuten schmelzen konnten. Was mehr schmolz, nämlich 580 — 154, d. i., 426 Gran, ist für die Eismasse zu rechnen, die während der Zeit zerschmolz, als ich das Wasser in das Gefäss schüttete.

Wir wollen nun sehen, wie weit dieses mit dem Resultate des 26sten Versuchs übereinstimmt. Bei diesem wurden 914 Gran in 30 Minuten geschmolzen. Ziehen wir von dieser Quantität 426 Gran ab, für die Eismenge, die unsrer Rechnung gemäss schmelzen musste, *während das heisse Wasser in das Geschirr gegossen wurde*, so bleiben 478 Gran übrig, für die Quantität, die beim regulären Gange des Experiments in 30 Minuten schmelzen musste, und dies gäbe 159 Gran für die in 10 Minuten zerschmolzene Eismenge, welches nur wenig von der vorigen Berechnung abweicht, wo diese Quantität zu 154 Gran be-

stimmt wurde. Indeſs iſt dieſer Unterſchied, ſo klein er auch ſcheint, doch hinreichend, eine wichtige Thatſache zu beweiſen, daſs nämlich die Wirkung der Bewegung, in welche das Waſſer durch das Hineingieſsen in das Glas geſetzt wurde, nach 10 Minuten nicht völlig aufgehört hatte. Wir werden daher der Wahrheit näher kommen, wenn wir die Quantität des Eiſes, welches beim regulären Gange des Verſuches in einer beſtimmten Zeit ſchmilzt, nach den Reſultaten der beiden Verſuche 26 und 27 beſtimmen.

Bei dem letzten dieſer Experimente wurden 3200 Gran in 180 Minuten, und bei dem erſtern 914 Gran in 30 Minuten geſchmolzen. Nehmen wir daher von den 3200 Gran, die in 180 Minuten ſchmolzen, die in den erſten 30 Minuten geſchmolzenen 914 Gran fort, ſo bleiben 2286 Gran für die Eismenge, die in den folgenden 150 Minuten ſchmolz, übrig, und alſo 152 Gran für die in 10 Minuten ſchmelzende Eismaſſe. Bei der vorigen Berechnung fanden ſich dafür 154 Gran. — *Auf dieſe Art* hätte alſo die dreifache Quantität oder 460 Gran in den 30 Minuten ſchmelzen können, während deren der 26ſte Verſuch dauerte. Ziehen wir dieſe Quantität von 914 Gran, der Quantität, die bei dieſem Verſuche wirklich ſchmolz, ab, ſo zeigt der Reſt von 458 Gran,

wie viel zerſchmelzen muſste, während das heiſse Waſſer auf das Eis gegoſſen wurde, oder, den Bewegungen zu Folge, in welche das Waſſer während des Spiels dieſer Operation gebracht wurde. Die vorgehende Berechnung beſtimmte dieſes auf 426 Gran.

Aus den Reſultaten dieſer Berechnungen können wir, wie ich glaube, ſicher ſchlieſsen, daſs bei dem regulären Gange des Prozeſſes in 10 Minuten nicht mehr als 152 Gran durch das heiſse Waſſer geſchmolzen wurden.

9.

Ich fahre fort, Rechenſchaft von verſchiedenen Verſuchen abzulegen, bei welchen das Waſſer, welches beſtimmt war, das Eis zu ſchmelzen, eine *weit niedrigere Temperatur* hatte. Ich nahm eine kleine Quantität Eis, die noch ungeſchmolzen auf dem Boden des Geſchirres lag, heraus, that aufs neue Waſſer hinein, ſtellte das Glas in eine gefrierende Miſchung, und lieſs das Waſſer, welches im Glaſe 4 Zoll hoch ſtand, in eine feſte Eismaſſe frieren. Dann ſtellte ich das Glas in eine flache, irdene Schüſſel, umgoſs es bis zur Oberfläche des Eiſes, mit einem Gemiſche von Schnee und Waſſer, ſtellte dieſes in eine Stube, wo ſeit vielen Mona-

ten kein Feuer gemacht war, und wo die Temperatur 41° war, und liefs es 2 Stunden ruhig ftehen, damit das Eis die Temperatur von 32° bekommen möchte. Darauf nahm ich das Glas aus der irdenen Schüffel, wifchte die Aufsenfeite trocken mit einem kalten Handtuche ab, wog das Glas mit dem darin befindlichen Eife genau, ftellte es wieder in die irdene Schüffel, und umgab es, wie vorher, mit Schnee und Waffer, bis zu der Höhe der obern Eisfläche. Dann fchüttete ich 73¼ Unze Troy-Gewicht, (15160 Gran,) Waffer, von der Temperatur 41°, in das Gefäfs, und bedeckte damit das Eis bis zu derfelben Höhe, bis zu welcher es in dem vorhergehenden Verfuche bedeckt war, nämlich etwa 8 Zoll hoch. Auf dem Eife liefs ich es eine gewiffe Anzahl Minuten ftehen, fchüttete es dann ab, trocknete die Aufsenfeite des Glafes, und wog es nun, um zu beftimmen, wie viel Eis gefchmolzen war. Beim Eingiefsen diefes kalten Waffers in das Glas brauchte ich diefelbe Vorficht, wie beim heifsen Waffer, indem ich es durch die hölzerne Röhre in die durchlöcherte hölzerne Schale gofs.

Folgende Tabelle zeigt die Refultate von fechs Verfuchen, die an demfelben Tage, (am 19ten März 1797,) alle mit der gröfsten Sorgfalt gemacht find.

Verfuch	Temperatur des Waffers im Glafe, 1 Zoll unter der Oberfläche.		Temperatur der Luft.	Zahl der Minuten, die das Waffer auf dem Eife blieb.	Gewicht des gefchmolzenen Eifes in Granen.
	am Anfange des Verfuchs.	am Ende des Verfuchs.			
28	41°	40°	41°	10	203
29	41°	40°	41°	10	220
30	41°	40°	41°	10	237
31	41°	40°	41°	10	228
32	41°	38°	41°	30	617
33	41°	38°	41°	30	585

Die Uebereinftimmung diefer Refultate ift eben fo bewundernswürdig, als die überrafchende Thatfache, die dadurch bewiefen wird, dafs nämlich *kochend heifses Waffer in derfelben Zeit nicht mehr Eis aufthauet, wenn es ruhig auf deffen Oberfläche fteht, als Waffer von der Temperatur von 41°*, oder von 9 Grad über dem Gefrierpunkte. Ja, man hat fogar Grund, zu fchliefsen, dafs kochendes Waffer nicht einmal fo viel Eis als diefes aufthauet. Ein noch weit merkwürdigerer Umftand, der, wie ich glaube, fich aus der Hypothefe, (die man jedoch dann nicht länger für blofse Hypothefe halten wird,) dafs Waffer ein Nichtleiter der Wärme ift, auf eine genugthuende Art erklären läfst.

Bei den Verfuchen mit heifsem Waffer betrug die beim regulären Gange des Prozeffes in 10 Minuten gefchmolzene Eismenge nicht mehr

als 152 Gran. Von dem kalten Waſſer wurden in dieſer Zeit nicht unter 203 Gran, und im Mittel 222 Gran Eis geſchmolzen. Doch iſt noch ein Umſtand bei dieſen Verſuchen mit kaltem Waſſer vorhanden, den wir unterſuchen müſſen, bevor ihre Reſultate als vollſtändige Beweiſe für jene richtige Behauptung dienen können.

Bei den Verſuchen mit heiſsem Waſſer fanden wir, daſs ein groſser Theil des geſchmolzenen Eiſes durch die Bewegung geſchmolzen war, in welche das Waſſer durch das Eingieſsen in das Glas gebracht wurde, und daſs die Wirkungen dieſer Bewegung noch auf eine längere Zeit bemerkbar waren, als die meiſten der Verſuche mit kaltem Waſſer dauerten. Könnten nicht dieſe Verſuche mit kaltem Waſſer auch hierdurch geſtört worden ſeyn? Das wollen wir jetzt ſuchen ausfindig zu machen.

Beim 32ſten Verſuche wurden 617 Gran in 30 Minuten, und im 33ſten 585 Gran in derſelben Zeit geſchmolzen. Das Mittel aus beiden giebt 601 Gran für 30 Minuten. Ziehen wir nun davon die Eismenge ab, die im Mittel aus den 4 erſtern Verſuchen in 10 Minuten ſchmolz, d. h., 222 Gran, ſo bleiben noch 379 Gran für die Eismenge übrig, die in dieſen beiden letztern Verſuchen in 20 Minuten zerſchmolz, welches 189½

Gran für die Eismenge giebt, die, dem gleichförmigen Gange des Prozeſſes gemäſs, in 10 Minuten ſchmelzen muſsten.

Iſt die geſchmolzene Eismenge, (189½ Gran,) gleich geringer als die bei den Verſuchen, welche nur 1[illegible] Minuten dauerten, ſo iſt ſie doch noch beträchtlich gröſser als 152 Gran, welche in derſelben Zeit beim regulären Gange des Prozeſſes bei kochend heiſsem Waſſer ſchmolzen. Und ſo iſt denn, wie ich glaube, die groſse Frage, um deren Entſcheidung willen dieſe Verſuche angeſtellt wurden, entſchieden.

So entſcheidend mir indeſs auch das Reſultat dieſer Verſuche zu ſeyn ſchien, ſo fühlte ich mich doch bei der Sache zu ſehr intereſſirt, um mit meinen Unterſuchungen hier ſtehen zu bleiben.

Ich hatte ſowohl bei den Verſuchen mit kaltem, als bei denen mit warmem Waſſer gefunden, daſs eine beträchtliche Quantität Eis während des Actus des Eingieſsens in das Glas geſchmolzen war, den wellenförmigen Bewegungen zu Folge, in welche das Waſſer bei dieſer Operation gerieth, aller Mühe ungeachtet, die ich angewandt hatte, dieſe Bewegung und ihre Wirkungen zu verhindern. Ich verdoppelte daher meine Vorſicht, um mich vor dieſer Quelle des Irrthums und der Ungewiſsheit zu hüten. —

Ehe ich das Waſſer, es mochte kochend heiſs oder nur 41° warm ſeyn, in das Geſchirr goſs, bedeckte ich die Oberfläche des Eiſes bis zur Höhe von 0,956 Zoll, mit eiskaltem Waſſer, (d. h., noch einmal ſo hoch als bei den Verſuchen mit kochendem Waſſer,) und goſs dann das Waſſer in einem dünnen Strahle ſo langſam in das Glas, daſs ich nicht weniger als 3 Minuten brauchte, um das Glas bis zur Höhe von 8 Zoll über der Oberfläche des Eiſes zu füllen. Auch ſuchte ich den Einfluſs zu beſtimmen, den die Temperatur der Luft, ſo wie das Einwickeln des Glaſes in einen warm haltenden Körper, auf die Reſultate der Verſuche habe. Bei allen wurde daſſelbe Glas gebraucht, das ich aus vielen, ſeiner genauen cylindriſchen Form wegen, ausgeſucht hatte, und dieſelbe irdene Schüſſel, in die das Glas geſtellt, und ſtets bis in der Höhe des Eiſes, mit ſchmelzendem Schnee umgeben wurde.

Bei jedem der drei erſten Verſuche, die in der folgenden Tabelle ſtehen, war das Glas mit einer warm haltenden Bedeckung von Baumwolle dicht umgeben. Dieſe Bedeckung, (die über einen Zoll dick war,) reichte von der Oberfläche des ſchmelzenden Schnees, in dem das Glas ſtand, bis zum oberſten Ende des Glaſes. Die Oeffnung des Cylinders war erſt mit einem runden hölzer-

Deckel bedeckt, (von dessen Centro ein
rmometer herabhing, dessen Kugel bis auf
ll unter die Oberfläche des Wassers reichte,)
auf diesen wurde noch eine dicke Bede-
g von Baumwolle gebracht.

3ei allen übrigen Versuchen in der folgenden
elle blieb das Glas der Luft bloss gestellt,
uf den untern Theil, der mit schmelzendem
ıee oder mit zerkleinertem Eise und Wasser
eben war.

In den beiden Versuchen 37 und 38, die mit
nchen bezeichnet sind, wurde die Oberfläche
Eises nur bis zur Höhe von 0,478 Zoll, bei
ı andern aber bis zur Höhe von 0,956 Zoll
eiskaltem Wasser bedeckt.

	Temperatur des Wassers im Geschirr 1 Zoll unter der Oberfläche,		Temperatur der Luft.	Zahl der Minuten, die das Wasser auf dem Eise blieb.	Gewicht des geschmolzenen Eises in Granen.
ach	am Anfange des Versuchs.	am Ende des Versuchs.			
4	188°	179°	41°	30	634
5	189°	180°	41°	30	747
6	190°	147°	41°	180	3963
7	41°	38°	41°	30	592*
8	41°	43°	61°	30	676*
9	186°	157°	61°	30	559
0	188°	156°	61°	30	575
1	190°	156°	61°	30	542
2	41°	43°	61°	30	573
3	42°	44°	61°	30	575
4	42°	35°	61°	120	2151

Die Resultate dieser Versuche liefern Stoff zu mehrern interessanten Spekulationen. Ich genüge mir aber für jetzt mit zwei oder drei Bemerkungen. Obgleich, *erstens*, Versuch 34 und 35 jeder 130 Minuten dauerte, so wurde doch beträchtlich weniger Eis geschmolzen als im 26sten Versuche, der eben so lange Zeit währte. Dessen ungeachtet schmolz in Versuch 36 in 180 Minuten mehr Eis, als in dem 27sten Versuche von derselben Dauer; ein Unterschied, dessen Grund ich nachher erklären werde. Der Unterschied in den Resultaten der Versuche von 30 Minuten wurde unstreitig durch die Maassregeln bewirkt, die bei den letztern Versuchen genommen waren, um den Effekt der heftigen Bewegungen, in welche das heisse Wasser beim Eingiessen in das Glas gerieth, zu hemmen.

Zweitens, erhellet, dass in derselben Zeit mehr Eis bei den Versuchen schmolz, da das Geschirr mit einer warm haltenden Bedeckung umgeben war, als in denen, da es der Luft der Stube ganz bloss gesetzt war. Und dieser Unterschied ist wirklich beträchtlich. Die in 30 Minuten, nach einer Mittelzahl, geschmolzene Eismenge betrug, während das Geschirr mit einer warm haltenden Bedeckung umgeben war, (nach Versuch 34 und 35,) 690½ Gran, hingegen als das Geschirr un-

bedeckt war, (nach Versuch 39, 40, 41,) nur 558⅔ Gran.

Drittens, war die geschmolzene Eismenge bei gleichen Umständen, (das heiſst, bei unbedecktem Glase,) als die Temperatur des Wassers etwa 41° betrug, beträchtlich gröſser, als bei fast kochend heiſsem Wasser. Bei dem 41sten Versuche, als das zugegossene Wasser die Temperatur von 190° hatte, wurden nur 542 Gran in 30 Minuten, bei dem folgenden 42sten Versuche hingegen, als das Wasser die Temperatur von 41° hatte, oder um 149° kälter war, in derselben Zeit 573 Gran Eis geschmolzen.

Da ich fand, daſs das heiſse Wasser mehr Eis schmolz, wenn ich das Glas mit einer warm haltenden Bedeckung von Baumwolle umgab, so war ich neugierig, zu sehen, was die Wirkung seyn würde, wenn ich das Glas *bis an den Rand* in ein Gemisch von Schnee und Wasser tauchte. Zugleich wünschte ich, zu erfahren, ob nicht Wasser bei einer wenig höhern Temperatur, als die, wobei es nicht mehr durch Kälte verdichtet wird, in einer gegebenen Zeit mehr Eis schmelze, als eine gleiche kältere oder beträchtlich heiſsere Menge von Wasser. Das Resultat des 43sten Versuchs hatte mir durch eine simple Rechnung gezeigt, daſs, wenn die Temperatur des Wassers

nur wenige Grade über dem Gefrierpunkte, und die Menge oder Tiefe desselben nicht sehr beträchtlich ist, es bald so sehr abgekühlt wird, daſs es wahrscheinlich dadurch den Prozeſs des Eisschmelzens hindert. Beim heiſsen Waſser überzeugte mich die gröſsere Eismenge, die in dem mit warm haltender Bedeckung umgebenen Glaſe geschmolzen war, daſs die wahre Ursache, warum heiſses Waſser bei meinen Verſuchen nicht ſo viel Eis als kaltes Waſſer ſchmolz, in den Störungen zu ſuchen ſey, welche bei dem Prozeſſe des Schmelzens durch die herabſteigenden Ströme verursacht wurden, welche ſich in dem heiſsen Waſſer bildeten, wenn es von der Luft und den Seiten des Glaſes abgekühlt würde. Dieſe herabſteigenden Ströme ſtieſsen in der Region der conſtanten Temperatur von 40° mit den kalten Strömen, die von der Oberfläche des Eiſes aufwärts ſteigen, zuſammen; und es iſt ſehr wahrſcheinlich, daſs die aufſteigenden Ströme, von deren Bewegung das Schmelzen des Eiſes abhängt, durch dieſe Colliſion gehemmt würden. Indem ich aber machte, daſs das heiſse Waſſer von auſsen her langſamer abgekühlt wurde, und zu dem Ende das Geſchirr mit einer warm haltenden Bedeckung umgab, ſo verringerte ſich natürlicher Weiſe die Geſchwindigkeit der herabſteigenden

Ströme, und die Resultate der Versuche zeigen, daſs dann das Schmelzen des Eises beschleunigt wurde.

Bei der schnellen Abkühlung und der daraus folgenden schnellen Bewegung der herabsteigenden Ströme im unbedeckten Glase, wurden nicht mehr als ungefähr 542 oder höchstens 575 Gran in 30 Minuten geschmolzen. Da aber das Glas mit einer warm haltenden Bedeckung umgeben war, wurden in derselben Zeit 634, und bei einem der Versuche sogar 747 Gran geschmolzen.

Das Eintauchen des Glases in ein erkältendes Gemisch von Schnee und Waſser, muſste die Abkühlung des heiſsen Waſsers im Glase, und mithin die Geschwindigkeit der herabsteigenden Ströme beschleunigen, und dadurch muſsten unstreitig die von der Oberfläche des Eises aufwärts steigenden Ströme sehr gehemmt, und die Quantität des geschmolzenen Eises verringert werden. Daſs dieses wirklich der Fall war, zeigen folgende Versuche, mit den Resultaten der Versuche 39, 40 und 41 verglichen.

Versuch.	Temperatur des Wassers im Geschirre ½ Zoll unter der Oberfläche, am Anfange des Versuchs,	am Ende des Versuchs.	Temperatur des kalten Gemisches, in welches das Geschirr bis an den Rand getaucht wurde.	Zahl der Minuten, die das Wasser auf dem Eise blieb.	Gewicht des geschmolzenen Eises in Granen.
45	188°	68°	32°	30	406
46	186°	67°	32°	30	440
47	189°	68°	32°	30	432
48	187°	67°	32°	30	355
49	188°	68°	32°	30	364
Menge des in diesen 5 Vers. geschmolzenen Eises					1997

Mittlere Menge des durch heisses Wasser geschmolzenen Eises, wenn das Glas bis zum Rande in schmelzendem Eise und Wasser stand — — — Gran. $399\frac{2}{5}$

Mittlere Menge des durch heisses Wasser in 30 Minuten geschmolzenen Eises, bei Versuch 26 und 27, da der Theil des Glases, welchen das Wasser einnahm, mit Luft von der Temperatur von 41° umgeben war — 456

Mittlere Menge des durch heisses Wasser in 30 Minuten geschmolzenen Eises, bei den Versuchen 39, 40 und 41, als der Theil des Glases, welchen das Wasser einnahm, mit Luft von der Temperatur von 61° umgeben war — — — $558\frac{2}{3}$

Mittlere Menge des durch heisses Wasser in 30 Minuten geschmolzenen Eises, bei Versuch 34 und 35, als der Theil des Glases, welchen das Wasser einnahm, mit einer dicken warm haltenden Bedeckung von Baumwolle umgeben war — — — $690\frac{1}{2}$

Alle diese Versuche, auf dieselbe Art und mit gleicher Sorgfalt angestellt, unterschieden sich nur in der Art, wie die Aussenseite des Glases über der Oberfläche des darin befindlichen Eises,

edeckt war, und die Resultate zeigen die Wir-
.ungen, die durch diese Veränderungen hervor-
ebracht wurden.

Ich hätte vielleicht muthmaſsen können, daſs
ie gröſsere Quantität Eis, die geschmolzen wur-
e, als die Wärme des Wassers am längsten in
em Glase beisammen blieb, wenigstens zum
Theil durch die vermittelst des Glases nach un-
en zu verbreitete Wärme, verursacht sey. Daſs
ieses aber nicht der Fall seyn konnte, fällt theils
us der Art, wie ich das Eis stets geschmolzen
and, theils durch die Resultate ähnlicher Versu-
he, die ich mit weit kälterm Wasser machte,
ı die Augen.

Wäre das Eis von der durch das Glas com-
iunicirten Wärme geschmolzen, so würde es
hne Zweifel am meisten auf den Stellen seiner
)berfläche geschmolzen seyn, wo es das Glas
erührte; aber nie fand ich, daſs dieses wirklich
er Fall war.

Die Resultate der folgenden Versuche zeigen,
vas man in der That auch leicht hätte voraus-
hen können,) daſs die Temperatur des Me-
i, welches den obern Theil des Geschirres
ngab, auf den Erfolg der Versuche, wenn das
Vasser von sehr verschiedener Temperatur war,

nicht immer einen gleich grofsen Einfluſs hatte, felbſt nicht immer auf *dieſelbe Art.*

Um die Vergleichung dieſer Verſuche und der vorigen, die ihnen ähnlich ſind, zu erleichtern, ſtelle ich ſie hier zuſammen.

Verſuch.	Temperatur des Waſſers im Geſchirre 1 Zoll unter der Oberfläche. am Anfange des Verſuchs.	am Ende des Verſuchs.	Temperatur des Medii, womit der obere Theil des Glaſes umgeben war.	Zahl der Minuten, die das Waſſer auf dem Eiſe blieb.	Gewicht des geſchmolzenen Eiſes in Granen.
50	41°	36°	32°	30	542
37	41°	38°	41°	30	592
42	41°	43°	61°	30	576

Es iſt in der That ſehr merkwürdig, daſs ſo viel mehr Eis durch Waſſer bei der Temperatur von 41°, als durch kochend heiſses Waſſer ſchmilzt, wenn das Geſchirr, welches das Eis enthält, in beiden Fällen mit einem kalten Gemiſche von zerkleinertem Eiſe und Waſſer umgeben iſt. Bei dem 50ſten Verſuche ſchmolzen durch das kalte Waſſer 542 Gran, dagegen durch kochend heiſses Waſſer im Mittel der fünf Verſuche 45 bis 49, nur 399⅗ Gran Eis. Doch ſind die Reſultate der vier folgenden Verſuche, wo möglich, noch überraſchender.

Dieſe Verſuche wurden mit Waſſer von der Temperatur von 61° gemacht, die Temperatur der Stubenluft war ebenfalls 61°. Während der

beiden

beiden ersten war das Geschirr bis zum Rande in ein Gemisch von Schnee und Wasser gesetzt, bei den beiden letztern hingegen der obere Theil des Glases frei und von der Stubenluft umgeben. So wie bei den vorigen Versuchen, war auch hier wieder, ehe das Wasser in das Geschirr gegossen wurde, die Oberfläche des Eises bis zur Höhe von 0,956 Zoll mit eiskaltem Wasser bedeckt worden; und immer wurde dieselbe Quantität Wasser gebraucht, nämlich 73¼ Unzen Troy-Gewicht, oder so viel als hinreichend war, das Geschirr bis 8 Zoll hoch zu füllen.

Versuch.	Temperatur des Wassers im Geschirre 1 Zoll unter der Oberfläche, am Anfange des Versuchs.	am Ende des Versuchs.	Temperatur des Medii, womit der obere Theil des Glases umgeben war.	Zahl der Minuten, die das Wasser auf dem Eise stand.	Gewicht des geschmolzenen Eises in Granen.
51	61°	49°	32°	30	660
52	61°	50°	32°	30	662
53	61°	60°	61°	30	642
54	61°	60°	61°	30	650

Hierbei ist nicht nur das merkwürdig, dass der Unterschied, der in der geschmolzenen Eismenge von der Abkühlung der Seiten des Glases herrührte, so geringe war, sondern noch weit mehr, dass dieser Unterschied gerade entgegengesetzt mit dem war, der in den Versuchen mit heissem Wasser durch denselben Umstand bewirkt wurde. Es zer-

schmolz hier mehr Eis, wenn die Außenseite des Glases eiskalt erhalten, als wenn sie mit einer Luft von 61° Wärme umgeben wurde.

10.

Alle diese Erscheinungen können, wie ich glaube, aus den angenommenen Principien über die Art, wie die Wärme sich in flüssigen Körpern verbreitet, genugthuend erklärt werden. Doch statt uns jetzt noch tiefer in diese abstrakten Spekulationen einzulassen, wollen wir lieber *einen Rückblick auf alle unsre Versuche werfen*, und zusehen, welche *allgemeine Resultate* wir daraus mit Gewißheit ziehen können.

Einer der Versuche, bei welchem die größte Quantität Eis durch *heißes Wasser* geschmolzen wurde, ist Versuch 36, wo in 3 Stunden, oder 180 Minuten, 3963 Gran schmolzen. Ziehen wir von dieser Quantität die ab, welche zu Folge der beiden vor diesem vorhergehenden Versuche, in den ersten 30 Minuten schmelzen mußten, nämlich 690½ Gran, so bleiben für die Eismenge, die in den letzten 150 Minuten schmolz, 3272½ Gran übrig, und das giebt 654½ Gran für die Eismenge, die *bei dem regulären Gange des Experiments* in 30 Minuten schmolz. Diese abgezogen von den obigen 690½ Gran, lassen 36 Gran für die Menge

von Eis übrig, die bei diesen beiden Versuchen durch die temporären Bewegungen geschmolzen war, in welche das heisse Wasser bei der Operation des Wassereingiessens in das Glas gesetzt wurde. Dieses ist sehr unbeträchtlich, und zeigt, dass die Mittel, die angewandt wurden, um den Einfluss dieser Bewegungen zu mindern, sehr wirksam waren.

Da die Resultate der drei Versuche 34, 35 und 36 so ausserordentlich regelmässig und genugthuend waren, (indem die Wärme des Wassers durch die warme Bedeckung, welche das Glas umgab, ganz scheint beisammen gehalten zu seyn,) und da der Prozess des Eisschmelzens im 36sten Versuche drei Stunden regelmässig und gleichförmig vor sich ging; so scheinen wir dadurch berechtigt, zu schliessen, dass nicht gut mehr Eis durch kochend heisses Wasser geschmolzen werden kann, (wenn es *auf dem Eise steht,*) als in diesem Versuche geschah. Und diese Eismenge betrug auf 30 Minuten 654⅗ Gran.

Da ich mich indessen bei diesen drei Versuchen ausserordentlicher Mittel bedient hatte, durch welche eine ungewöhnliche Menge von Eis geschmolzen worden war, so konnten sie mit den Versuchen, die mit kaltem Wasser gemacht

wurden, nicht übereinstimmen, und lassen sich daher eigentlich nicht mit ihnen vergleichen. — Als aber die Versuche in beiden Fällen auf eine ähnliche Art angestellt wurden, waren die mittlern Resultate folgende:

	Als in das Glas gegossen war	Gewicht des Eises, das in 30 Minuten schmolz. Gran.
Versuche, bei denen der mit Wasser angefüllte Theil des Glases, der Luft, bei einer Temperatur von 61°, unbedeckt ausgesetzt wurde.	kochend heisses Wasser, (Versuch 39, 40 und 41)	$558\frac{2}{3}$
	Wasser von der Temperatur von 61°, (Versuch 53 und 54)	646
	Wasser von der Temperatur von 41°, (Versuch 42 und 43)	574
Versuche, bei welchen der mit Wasser angefüllte Theil des Glases mit zerkleinertem Eise und Wasser umgeben war, und daher die Temperatur von 32° hatte.	kochend heisses Wasser, (Versuch 45, 46, 47, 48 und 49)	$399\frac{2}{5}$
	Wasser von der Temperatur von 61°, (Versuch 51 und 52)	661
	Wasser von der Temperatur von 41°, (Versuch 50)	542

Aus den Resultaten aller Versuche läßt sich mit Sicherheit der Schluß wagen, daß kochend heisses Wasser, *wenn es auf der Oberfläche des Eises steht*, nicht mehr von diesem Eise zu schmelzen vermag, als eine gleiche Quantität Wasser von der Temperatur von 41°, oder bei einer

Temperatur, die nur 9 *Grad* über dem Gefrierpunkte steht. Und diese Thatsache wird man, wie ich mir schmeichle, als den unläugbarsten Beweis, dafür gelten lassen, daſs das Wasser ein vollkommener *Nichtleiter der Wärme ist*, und daſs die Wärme sich darin nur den Bewegungen zu Folge ausbreitet, die sie in den isolirten und einzelnen Partikeln des Fluidi verursacht. *) Diese Entdeckung öffnet unserm Blicke eine der interessantesten Scenen in die Oekonomie der Natur, welche ich dem folgenden Kapitel vorbehalte.

*) Die Einsichten, die uns diese Entdeckung in die Natur des mechanischen Prozesses gewährt, der bei chemischen Auflösungen statt findet, fallen zu sehr in die Augen, als daſs sie einer weitern Erklärung bedürften. Es scheint mir, als würden sie uns in den Stand setzen, alle verschiedene Phänomene der chemischen Verwandtschaften und der Vegetation auf eine genugthuende Art zu erklären. Vielleicht daſs selbst alle Bewegung unbelebter Körper auf der Oberfläche der Erde sich derselben Ursache zuschreiben läſst, nämlich *der Nicht-Wärme-leitenden Kraft der flüssigen Körper*. (!)

VI.

BESCHREIBUNG

der verbesserten Luftpumpen,

von

Sadler und Prince.

Ventile verhindern, wie bekannt, in den Luftpumpen, die gröſste, ſonſt erreichbare Verdünnung, dadurch, daſs die geringe Expanſivkraft der ſtark verdünnten Luft, wenn die atmoſphäriſche Luft von der andern Seite auf dem Ventile laſtet, ſie nicht mehr zu öffnen vermag. Gegen dieſe Unvollkommenheit arbeiteten alle, welche die gewöhnlichen Ventilpumpen zu vervollkommnen ſuchten. Smeaton verſchloſs zu dem Ende den Stiefel oben luftdicht, verſah ihn mit einem dritten Ventile, und durchbohrte das Ventil mehrere Mahl. Cuthbertſon warf die Blaſenventile ganz fort, nahm ſtatt ihrer drei koniſche und cylindriſche Ventile, die ſtark geöhlt wurden und ſich zum Theil mechaniſch öffneten, und ſetzte über den Stiefel zwei Oehlbehälter. James Sadler, Chemiſt der Admiralität in London, geht noch einen Schritt weiter, und nähert ſich dadurch der bekannten *Baaderſchen* Luftpumpe mit Queckſilber, nach Hinden-

burgs finnreicher Verbefferung, *) die jedoch in England noch ganz unbekannt zu feyn fcheint. Die grofse Wirkfamkeit des Oehls in der Cuthbertfonfchen Luftpumpe, veranlafste ihn, fich des Oehls, wie Hindenburg des Queckfilbers, zu bedienen. Folgendes ift die Befchreibung feiner Luftpumpe, die er als fehr einfach, wohlfeil und wirkfam rühmt, wie er fie in NICHOLSONS *Journal der Phyfik*, Nr. X, 1798, mittheilt:

Auf Tafel VI ftellt in Figur 2, *AB* den Stiefel vor, *Q* den maffiven Stempel, der etwas lofe geliedert ift, und *O* die oberhalb gezähnte Kolbenftange, welche auf die gewöhnliche Art durch Rad und Kurbel bewegt wird. Der Stiefel hängt durch die Röhre *C* mit dem Behälter *D* zufammen. Diefen verfchliefst oberwärts das (Kegel-) Ventil *K*, welches fich aufwärts, nach dem kleinen Kaften *L* zu, öffnet. Eine Röhre *NE*, geht mitten durch den Teller *P*, in den Behälter *D* hinab, fetzt ihn mit dem Recipienten auf dem Teller in Verbindung, und hat an ihrem untern Ende ein (Kegel-) Ventil *E*, deffen Kegel auf einem Drahtftabe *FE* fitzt, der aus der Röhre

*) *Antliae novae hydraulico-pneumaticae mechanismus et defcriptio, auctore* C. F. HINDENBURG, Lipf. 1787. Vergl. *Journal der Phyfik*, B. II, S. 459.

C hinaus, durch eine Lederbüchse, geht, und an dem einen Arme des Hebels *FH* befestigt ist. *G* ist der Ruhepunkt. Ein Gewicht *H* lastet auf dem andern Hebelarme, drückt dadurch den Kegel *E* in das Ventil hinauf, und verschliesst dieses luftdicht. Vermittelst eines ähnlichen Stabes *HI*, der vom letztern Hebelarme aufwärts geht und beim Spiele des Stempels in die Höhe gedrückt wird, öffnet sich das Ventil bei *E*.

Soll die Luftpumpe gebraucht werden, so zieht man den Stempel hinaus, und giesst den Stiefel voll Oehl, welches, den hydrostatischen Gesetzen gemäss, in der Röhre *CD* bis zu derselben Höhe hinan steigt. Wird nun der Kolben wieder hineingeschoben und herabgewunden, so treibt er das Oehl und die Luft über demselben vor sich her. Diese wird in *D* zusammen gedrückt, öffnet folglich das Ventil *K*, und strömt durch dasselbe so gänzlich aus, dass selbst noch ein wenig Oehl in den Kasten *L* nachsteigt. Wird darauf der Kolben, der luftdicht schliesst, wieder hinaufgewunden, so sinkt das Oehl ihm nach, und im Behälter *D* entsteht ein luftleerer Raum, bis ein Zahn der hinaufgehenden Kolbenstange den Arm *I* fasst, und durch ihn den Hebel *GF* dreht, so dass das Ventil *E* geöffnet wird. Sogleich strömt die Luft aus dem Recipienten in

den Behälter *D* über, verbreitet sich in beiden gleichförmig, und wird folglich im Recipienten verdünnt. So wie aber der Kolben wieder zurück geht, läſst der Druck auf den Arm *I* nach, das Ventil *E* schlieſst sich wieder, durch die Schwere des Gewichtes *H*, und das Spiel fängt von neuem an, indem die in *D* hineingedrungene Luft nun abermals aus dem Ventile *K* hinausgetrieben wird. Und zwar wiederum gänzlich, wie zuvor, indem bei jedem Kolbenspiele nicht bloſs alle Luft, sondern auch noch Oehl durch das Ventil *K* getrieben wird, das aus dem Kasten *L* durch die Röhre *LM* in den Stiefel, und beim Heraufgange des locker gegliederten Kolbens, neben ihm vorbei, wieder zum übrigen Oehle in den Stiefel hinabflieſst. Daher läſst sich die Luft in dieser Maschine, so weit man will, verdünnen.

Das Ventil *K* vertritt hier die Stelle des obern, und das Ventil *E* die des untern Cylinderventils in Cuthbertsons Luftpumpe, und das Oehl bildet eine Art von flüſsigem Kolben, der eben deshalb jede Figur annimmt, und bei allen Unregelmäſsigkeiten im Behälter *D*, doch immer genau anschlieſst. Ich weiſs indeſs nicht, sagt Nicholson, ob das Oehl, bei seinem beständigen Umlaufe, sich nicht mit der Zeit verändern, oder voll Luftblasen werden sollte, die es zu diesem

Prozeſſe untauglich machen würden, und ob nicht vielleicht Queckſilber oder eine andere Flüſſigkeit dazu geſchickter wäre. So viel fällt indeſs in die Augen, daſs eine Luftpumpe nach dieſer Einrichtung ſich von vielen bauen läſst, die andere auszuführen nicht geſchickt genug ſind.

* *
*

In Figur 3 iſt ein Stiefel für eine Luftpumpe nach gewöhnlicher Einrichtung abgebildet, in welchem der ſchädliche Raum zwiſchen dem Kolben und dem Bodenventile völlig vermieden, und die Bewegung dieſes Ventils geſichert iſt. *AB* iſt der Stiefel, *O* die Kolbenſtange, *C* das Ventil im Kolben, *II* die Lederumgebung, und *LL* ein ausgehöhltes Stück Metall, welches die Höhlung *MM* am Boden des Stiefels, rund um das untere Ventil, beinahe ausfüllt. Dieſes Stück *LL* ſchlieſst nicht an den Stiefel an, und durch den Kolben ſind zwei Löcher *KK* gebohrt, die den Zwiſchenraum zwiſchen *LL* und den Stiefel mit der innern Ventilhöhle des Kolbens verbinden. Ueberdies iſt der Kolben ſo locker geliedert, daſs beim Hinaufgehen der Luftdruck etwas von dem Oehle, welches man beim Gebrauche der Maſchine über den Kolben gieſst, neben ihm vorbei in den untern Theil des Stiefels preſst. *P* iſt die

Verbindungsröhre mit dem Recipienten; *N* eine Schraube, durch deren Mutter das überflüſſige Oehl abgelaſſen werden kann, und *GE* ein Hebel, durch den das untere Ventil, wie in der vorhin beſchriebenen Luftpumpe, vom heraufgehenden Stempel geöffnet wird, wenn dieſer ſeine höchſte Lage erreicht hat, und dann dringt die Luft aus dem Recipienten in den Stiefel. Wird der Kolben wieder herabgewunden, ſo ſchlieſst ſich ſogleich das Ventil *D*, die Luft ſteigt durch das Kolbenventil aus dem Stiefel; und iſt der Kolben in ſeine unterſte Lage gekommen, ſo wird das Oehl auf dem Boden des Stiefels *MM* durch das Stück *LL* herauf, durch alle Höhlungen unter den Kolben gepreſst, und treibt die Luft durch das Ventil *C* vollends hinaus. Zugleich ſteigt auch ſelbſt etwas Oehl durch dieſes Ventil über den Kolben, welches beim Heraufwinden, neben demſelben wieder in die Höhlung *MM* hinabrinnt.

Auf eine andere, doch minder einfache Art als Cuthbertſon und Sadler, ſuchte ein Phyſiker, Prince, der zu Salem in Nordamerika, (wahrſcheinlich als Prediger,) lebt, die Fehler der Smeatonſchen Luftpumpe zu verbeſſern.

Er beschreibt und vergleicht seine Vorrichtung mit der Smeatonschen weitläuftig in dem einzigen bisher erschienenen Bande der Schriften der *American Academy.* Aus diesem entlehnt sie NICHOLSONS *Journal of Nat. Phil.* etc., Nr. III, Jun. 1797, wo man zugleich eine Beschreibung der Cuthbertsonschen Luftpumpe findet, und Adet übersetzte diesen Aufsatz in den *Annales de Chemie*, Nr. 74, 1798. Die Cuthbertsonsche Luftpumpe, auf die man jetzt erst in England und Frankreich aufmerksam zu werden scheint, ist unter uns zu bekannt, *) als dass sie einer fernern Beschreibung bedürfte, und vom Eigenthümlichen der Prince'schen Vorrichtung gebe ich hier nur eine kurze Idee, da sie der Cuthbertsonschen und Sadlerschen, und noch mehr der vom Herrn Dr. van Marum verbesserten Sengwerdischen Luftpumpe, wo auch nicht an Einfachheit, doch an Schnelligkeit der Arbeit, nachzustehen scheint, und werde dafür eine umständliche Beschreibung dieser letztern in das folgende Heft einrücken.

*) Beschreibung einer verbesserten Luftpumpe, von John Cuthbertson, aus dem Engl. Mannheim 1788. 8. Das englische Original: *Descript. of an improved Air-Pump by John Cuthb.* Lond. 8. 41 Seiten; hat keine Jahrszahl.

Da das obère Ventil im Stiefel der Smeatonschen Luftpumpe, das Bodenventil, das ohne dies am schwierigsten zu verfertigen ist, entbehrlich macht, so läfst Prince dieses ganz fort, und endigt dagegen jeden der beiden Stiefel, (von denen man in Fig. 4 den einen, *AB*, ganz, vom andern aber, um die Figur nicht zu sehr zu überladen, nur den obersten Theil *Q*, und zwar der Deutlichkeit halber, zu weit herabgerückt sieht,) in einen Behälter *CD*, *WX*, in den sich die Kolben *E*, *VV*, bis unter die Verbindungsröhre des Stiefels mit dem Teller, *b*, hinabwinden lassen. Doch stofsen sie nicht ganz auf den Boden dieses Behälters, der etwas weiter wie der Stiefel ist, auf, um nicht einen schlottrigen Gang anzunehmen und aus der senkrechten Richtung zu kommen. Da sie indess bei jedem Herabgehen, bis unterhalb der Stelle *b* kommen, wo die Verbindungsröhre sich in dem Stiefel öffnet, so würde schon ein massiver Kolben hinreichen, mit Hülfe des Deckelventils die Luft gehörig auszupumpen. Um aber das Kolbenspiel anfangs zu erleichtern, durchbohrt Prince den Kolben in drei gleich weit von einander entfernte Oeffnungen, die er mit einer Blase überzieht, und die ein Ventil bilden, das sich bei grosser Verdünnung zwar nicht mehr öffnet, dadurch aber die fernere Verdünnung

nicht hemmt. Die Luft, die der herabgehende Kolben vor sich her treibt, dringt nicht in den Recipienten zurück, sondern in den zweiten Stiefel, dessen Kolben alsdann gerade heraufgeht. Die Kolbenstangen gehen luftdicht durch Lederbüchsen *GG*, und werden auf die gewöhnliche Art durch Kurbel und Rad bewegt. Die Decke des Stiefels liegt nicht am obern Ende, sondern etwas oberhalb seiner halben Höhe.

So wie in der Smeatonschen Luftpumpe, öffnen sich die beiden Deckelventile *K*, *S*, in Röhren, *Kc*, *Rc*, welche mit einer dünnen Röhre *OO* zusammenhängen, die zwischen den beiden Stiefeln aufrecht steht, und sich in zwei Röhren *p* und *o* endigt, die durch das Bodenstück der Luftpumpe gehen. Die eine derselben, *o*, führt zu der kleinen *Ventilpumpe*, die zweite, *p*, theilt sich wieder in zwei Aeste, *q*, *r*, wovon der eine, *r*, mit dem Recipienten, der andere, *q*, mit der Barometerprobe vorn auf der Pumpe, in Verbindung steht.

Um nämlich zu bewirken, daſs die Deckelventile sich eben so leicht als die Kolbenventile öffnen, und dadurch den schädlichen Raum zu vermeiden, der sonst zwischen den Kolben und den Deckelventilen bleiben würde, bringt Prince auf dem Boden der Luftpumpe noch eine

kleine Luftpumpe an, welche man in Fig. 5 bei *A* sieht. Sie ist ganz wie die grosse gebauet, doch hat sie nur Einen Stiefel und einen kleinen massiven Kolben, und macht ein charakteristisches Stück dieser Luftpumpe aus. Durch diese sogenannte Ventilpumpe wird vor jedem Hub die Luft über dem Deckelventile verdünnt. Dabei muss aber ihre Verbindung mit dem Recipienten unterbrochen werden, welches durch einen dreifach durchbohrten Hahn *C*, in der Verbindungsröhre *r*, Fig. 4, geschieht, durch dessen Hülfe diese Maschine sich, eben so wie die Smeatonsche, auch zur Compressionsmaschine umstalten läst. — Die gewöhnliche Barometerprobe steht vorn auf dem Boden der Pumpe; eine zweite, *XY*, mitten auf dem Querstücke *MM*, welches die Deckel der Pumpen verbindet, und diese zeigt sowohl beim Verdünnen als beim Verdichten die Expansivkraft der im Recipienten eingeschlossenen Luft. Das Gestell der Luftpumpe ist voll Kasten, worin das nöthigste Geräth für pneumatische Versuche zu finden ist.

Nicholson bemerkt hierbei, dass man sehr Unrecht thue, die Luftpumpen zugleich zu Compressionsmaschinen einzurichten, weil das mehr koste, als eine lange und schmale Spritze, die beim Verdichten der Luft viel wirksamer als jede

Luftpumpe sey. Auch empfiehlt er es sehr, die in Oehl getränkten Lederringe, welche zwischen zwei zusammenstossende Röhren, um sie luftdicht an einander zu schliessen, gelegt werden, in eine Vertiefung der einen Röhre zu versenken, wie es zum Beispiel Prince mit dem Lederringe *aa*, Fig. 4, zwischen dem Stiefel und dem darunter stehenden Behälter thut. Ein solcher versenkter stark geöhlter Ring, soll Jahre lang halten, indess ein freiliegender häufig erneuert werden muss.

VII.

BESCHREIBUNG
einer neuen hydraulischen Maschine der Bürger
MONTGOLFIER und ARGANT.

Die bekannten Physiker Montgolfier und Argant haben eine sehr einfache Maschine, unter dem Namen: *Bélier hydraulique*, erdacht, um durch die Geschwindigkeit der Strömung in einem Flusse das Wasser desselben zu erheben. Folgende Beschreibung derselben findet sich in einem der neuesten französischen Journale. *) Die parallelepipedarische Röhre *aghl*, deren Wände sehr fest seyn müssen, (Taf. VI, Fig. 6.) liegt horizontal in der Richtung des Stroms. An ihrem Ende *h* ist ein Klappenventil *i* angebracht. Die Klappe wird vom Strome nach der Richtung *ig* um das Charnier *h* gedreht, und schliesst sich bei einer Neigung von 45°, indem sie dann an den Vorstoss bei *g* angedrückt wird. Sich selbst überlassen, fällt sie zum Boden der Röhre hinunter, beruhrt diesen aber nicht ganz wegen des Eckstücks

*) *Bulletin des sciences, par la société philomatique,* à Paris, An 6, Nro. 8, p. 58.

ik. *) Auf der erſtern Röhre ſteht die ſenkrechte Röhre *cbde*, welche das Ventil *bf*, ſeiner natürlichen Schwere überlaſſen, verſchlieſst. Oeffnet man die Röhre bei *al*, ſo ſtrömt das Waſſer hinein; das Ventil *i* ſchlieſst ſich; und indem nun alles Waſſer in der Röhre *agbl* plötzlich in ſeiner Bewegung gehemmt wird, drückt es nach allen Seiten gegen die Wände der Röhre, und hebt durch dieſen Stoſs nicht nur das Ventil *bf*, ſondern ſteigt auch ſelbſt in die vertikale Röhre *cbed* hinauf, bis die Schwere der erhobenen Waſſerſäule die durch den Stoſs erlangte Bewegung gänzlich aufhebt. Alsdann würde ſie zurückſinken, und das Ventil *bf* ſchlieſst ſich. Das Ventil *i*, das nun auch ſeiner Schwere überlaſſen iſt, würde ebenfalls zurückſinken, wenn nicht die Bewegung des Waſſers es wieder zurückdrückte und ſo das vorige Spiel erneuerte. Dieſes zweite Mahl theilt das Waſſer in der Röhre *agbl*, indem das Ventil *i* ſich ſchlieſst, die Gröſse ſeiner Bewegung der Waſſerſäule in *cbed* mit, und erhebt ſie abermals, bis der Druc kdieſer erhöheten Waſſerſäule wiederum dieſe Bewegung aufgehoben hat.

*) Dieſes ſcheint in der Zeichnung fälſchlich am obern Ende der Klappe angebracht zu ſeyn; weiter hinunter würde es dieſen Dienſt beſſer leiſten. *A.*

Man überſieht hieraus, daſs die Wirkung dieſer Maſchine von der Capacität der Röhre *agbl* und von der Schnelligkeit des Stromes abhängt. Man muſs übrigens ihre Wirkung nicht mit der in Pitot's krummer Röhre, deren horizontale Oeffnung man gegen den Strom hält, verwechſeln. Das Waſſer erhebt ſich freilich auch in dieſer, aber es bleibt bei einer gewiſſen Höhe ſtehen, weil es nur unendlich kleine Impulſe erhält, oder vielmehr, weil es nur den Druck des Waſſers, welches gegen die Oeffnung ſtrömt, erleidet, und dieſer Druck nur die entſtehende augenblickliche Bewegung, die dem Waſſer durch die Schwere eingedrückt wird, aufzuheben vermag. Aber in der Maſchine der Bürger Argant und Montgolfier wirkt das Waſſer in der horizontalen Röhre mit endlicher Geſchwindigkeit, nach Art ſtoſsender Körper, und muſs daher immer eine gewiſſe Bewegung dem Waſſer in der vertikalen Röhre mittheilen, wie hoch daſſelbe auch ſtehen mag. Das Princip, worauf dieſe Maſchine beruht, iſt daher vollkommen neu. *)

*) Die Theorie, welche ſich der mit *L. C.* unterſchriebene Verfaſſer dieſes Aufſatzes über die Wirkungsart der Maſchine macht, iſt hier zu unvollſtändig angedeutet, um ſie gehörig beurtheilen zu

Die Erfinder besitzen nicht nur von ihrer Maschine, wie sie so eben beschrieben ist, ein Modell, dessen Wirkung Mehrere gesehen haben, sondern sie ist von ihnen auch schon auf mehrere Arten sinnreich abgeändert worden. Um ihre Wirkungen stetig zu machen, setzten sie die senkrechte Röhre *bcdr* neben die horizontale *agbl*, und zwischen beide eine Art von Windkessel, in welchem die Luft, im Augenblicke, da das Ventil *i* sich schliesst, zusammengedrückt wird; und diese Luft drückt das Wasser in die senkrechte Röhre hinauf. Figur 7 stellt einen Horizontalschnitt der so veränderten Maschine vor; *bb* ist das untere Charnier des Ventils, welches das Wasser in der Horizontalröhre zurückhält; *p* die Projection des oben verschlossenen Windkessels; und *q* die Projection der senkrechten Röhre. — Vermittelst zwei horizontaler Röhren, die sich nach entgegengesetzter Richtung öffnen, können sie die Strömung bei Ebbe und Fluth benutzen, und durch einen ähnlichen Mechanismus einen Heber, wie *abfd*, Fig. 8, so

können. Ueberhaupt ist in seinen Angaben und Beschreibungen alles gar sehr im Dunkel gehalten, und es läſst sich nicht recht beurtheilen, was Thatsachen, durch Versuche bewährt, oder was bloſse Projecte sind. *d. H.*

in Bewegung setzen, dass das Wasser aus dem niedrigern Gefässe in das höhere hinansteigt. Ein Gewicht öffnet das Ventil *gf*. Während dieses offen, und das Ventil *kl* geschlossen ist, bringt man den Heber *abfe* durch Saugen, oder durch ein anderes Mittel zum Fliessen. Sobald die Geschwindigkeit des Wassers gross genug ist, um das Ventil *gf* zu schliessen, öffnet der Stoss des aufgehaltenen Wassers das zweite Ventil *kl*, und zugleich fliesst eine gewisse Menge Wasser in das höhere Gefäss *d*, bis das Ventil *gf* sich wieder durch die Schwere des daran befestigten Gewichtes öffnet, da dann der Heber *abfe* wieder läuft, und so dauert das Spiel fort. Setzt man in *f* zwei Röhren, wie *fe*, an, so lässt sich dadurch ein beständiger Ausfluss aus der Röhre *d* bewirken, indem dann abwechselnd immer eins der beiden Ventile *fg* geschlossen ist. *) *A*.

*) Schwerlich möchte dieses Alles durch Versuche an Modellen bewährt seyn. Vielmehr scheinen uns viele der hier beschriebenen Wirkungen sehr zweifelhaft zu seyn. — Es ist übrigens aus mehrern gelehrten Blättern bekannt, dass Montgolfier und Argant, die über den *Bélier hydraulique* ein Patent auf 15 Jahre erhalten haben, wegen dieser Erfindung von Viallon in Anspruch genommen wurden. Beide waren bei ähnlichen Versuchen gegenwärtig, die dieser am 3ten Jul. 1797 anstellte, und

verbanden sich mit ihm, seine Entdeckung gemeinschaftlich zu verfolgen. Nach einigen Monaten hoben sie, unter dem Vorwande, dass die Versuche im Grossen zu kostbar wären, den Contract wieder auf, und stellten sogleich ein paar Tage darauf öffentliche Versuche an, die ihnen das Patent bewirkten. Diese Vorrichtung, sagt Viallon, sey auch keinesweges so vortheilhaft, als man nach der Anzeige seiner Gegner vermuthen sollte, und nur in einzelnen Fällen von Nutzen. Es gehöre z. B., um Wasser dadurch bis auf 100 Fuss Höhe zu heben, 10 Fuss Fall und 100 Fuss Länge für die Röhren; Umstände, bei denen die bekannten hydraulischen Maschinen weit mehr leisten würden. Montgolfier und Argant erwiederten darauf, ihre Maschine sey von der Maschine Viallon's ganz verschieden, dieser habe das Princip, welches sie leitete, aus einem falschen, oder wenigstens aus einem von dem ihrigen sehr verschiedenen Gesichtspunkte betrachtet, und in Argants Destillirwerken sey dieses Princip schon seit 17 Jahren angewandt worden — Boulton und Watt, denen sie ihren *Bélier hydraulique* mittheilten, sollen noch 4 andere Methoden angegeben haben, die nämliche Wirkung nach denselben Grundsätzen hervorzubringen, ohne deshalb weitere Ansprüche auf die Ehre der Erfindung dieser Maschine zu machen. *d. H.*

VIII.

Über einige Eigenschaften des Platins,

vom Bürger Guyton. *)

1. Specifisches Gewicht des Platins.

Brisson bestimmt das specifische Gewicht des Gusplatins auf 19,5, des geschmiedeten Platins auf 20,236. Der Graf von Sickingen giebt dagegen diesem letztern ein specifisches Gewicht von 21,061, und Chabaneau versichert wie-

*) Ein Auszug aus einer Vorlesung Guytons im Nationalinstitute der Wissenschaften, welche in den *Annales de Chymie*, Nro. 73, An. 6, p. 1—20, abgedruckt ist. Ich vertausche übrigens, nach Grens Beispiele, den Namen der Platina, mit dem des *Platins*, um die Analogie mit den übrigen Metallnamen beizubehalten. *A.*

Zwar enthält das so eben erscheinende Stück des *Schererschen* Journals der Chemie eine Uebersetzung der ganzen Vorlesung; dennoch glaube ich diesen kurzen Auszug, der bloss das Physikalische mit Uebergehung des Chemischen enthält, nicht unterdrücken zu müssen. *d. H.*

derholt, *) das Gewicht des reinsten Platins in Blech geschlagen, sey fast 24.

Ich erhielt durch den Bürger Gregoire von Chabaneau ein feines Platinblech, wog es, und fand sein specifisches Gewicht nur 20,833. Dagegen wog ich einen Platindrath, der hier verfertigt war, dessen specifisches Gewicht 20,84 betrug; **) er war daher von ungleich grössere Reinheit.

2. *Zusammenhalt oder Cohären des Platins.*

Nehme ich Sickingens sehr sorgfältige Beobachtungen ***) über die Cohärenz der andern Metalle und die höchste der Bestimmungen aus meinen Versuchen über den Zusammenhalt des Platins; ****) so folgen die Metalle in folgen-

*) *Elementos de ciencias naturales*, Madrid 1790, Tom I, pag. 14.

**) Brisson bestimmt das specifische Gewicht des Platindrahts auf 21,041, des Platinblechs auf 22,069. *Pésanteur specifique des corps par* Brisson, à Paris 1787. *A.*

***) Des Grafen von Sickingen *Versuche über die Platina*, Mannheim 1782.

****) Der Graf von Sickingen, der Einzige, der bisher Versuche über den Zusammenhalt des Pla-

der Ordnung: Es zerriſs, bei zwei Millimeter Dicke,

	Kilogr.
Eiſen durch ein Gewicht von —	249,659
Kupfer — — — — —	137,399
Platin — — — — —	124,690
Silber — — — — —	85,062
Gold — — — — —	68,216

tins angeſtellt hat, fand, daſs Platin- und Golddraht 0,3 Linien im Durchmeſſer und 2 Fuſs lang, jener 262361,714, dieſer nur 152988 Gran tragen konnte, ehe ſie riſſen. Ich lieſs einen Platindraht ziehen, der genau 2 Millimeter dick, 11,175 Centimeter lang und 8,372 Grammen ſchwer war, faſste ſeine beiden Enden mit zwei ſtarken Schraubenſtöcken, deren Kneiſe mit Rinnen aus polirtem Kupfer verſehen waren, befeſtigte einen dieſer Schraubenſtöcke an einen Wagebalken, und beſchwerte den andern Arm der Wage mit Gewichten, bis der Draht riſs. Das geſchah in 3 Verſuchen, bei 118,850, 116,87, 124,69 Kilogrammen, (ungefähr 243, 239, 255 Pfund,) und dieſer letzte Verſuch giebt für das Platin eine noch ſtärkere Cohäſion, als ſie der Graf von Sickingen gefunden hat. Denn reducirt man ſeinen Verſuch auf einen Draht, 2 Millimeter dick, nach dem Verhältniſſe des Quadrats der Durchmeſſer, ſo würde darnach ein ſolcher Draht 116,954 Kilogrammen getragen haben. *G.*

3. Adhärenz zwischen Platin und Quecksilber.

Ich verfertigte auf der Drechselbank eine Platinscheibe von 12 Linien, (2,71 Centimeter,) im Durchmesser, die 10,2371 Grammen wog, hing sie an eine Wage und brachte sie ins Gleichgewicht. Darauf drückte ich die Scheibe nach einem Quecksilberbecken unter derselben nieder, und erhielt folgende Grössen der Gewichte, bei welchen die Scheibe sich losriss.

1. 58,91 Decigrammen oder 109 Gran.

2. 77,95 Decigrammen oder 146$\frac{7}{8}$ Gran.

3. 149,8 Decigrammen oder 282$\frac{25}{100}$ Gran.

Beim letztern Versuche hatte ich das Platinscheibchen zwei Tage auf dem Quecksilber stehen lassen. Er scheint daher das Maximum der Adhärenz anzugeben. Bei den ersten Versuchen war kein Quecksilber am Platin hängen geblieben; bei dem letztern hatte es sich umher etwas erhoben; auch waren einige Tropfen nach dem Abreissen daran hängen geblieben, welches die gewöhnliche Meinung widerlegt, dass Platin so wenig als Eisen vom Quecksilber genässt werde. Das Platin erhält hiernach in seiner Adhä-

nz mit dem Queckfilber den Platz zwifchen 'ismuth und Zink. *)

Ich verfuchte darauf, ob die Adhärenz zwiıen dem Queckfilber und der Platinfcheibe cht gröfser feyn würde, wenn ich es bis zum 'eifsglühen erhitzte, da hierdurch fein Zummenhalt gefchwächt wird. Aber ich fand ich getäufcht, da jetzt die Adhärenz fchon ırch 58 Decigrammen aufgehoben wurde. Ich aube dies daraus erklären zu können, dafs die berfläche nicht genugfam gereinigt werden onnte; **) denn die Verminderung des Zufam-

*) Wismuth 372 Gran;
Platin 282,25 Gran;
Zink 204 Gran.
Siehe *Anfangsgründe der theoretifchen und praktifchen Chemie*, *von den Herren* DE MORVEAU, MARET *und* DURANDE, Leipzig 1779, Th. I, S. 49; wo Guyton zeigt, dafs diefe Adhäfionen fich nach der Verwandtfchaft, in welcher die Amalgamas fich bilden oder zerfetzen, zu richten fcheinen. Siehe auch *Obfervat. de Phyfique de Mr l'Abbé* ROZIER, Tom. I, pag. 172, 460.
A.

**) Diefe Erklärung fcheint mir nicht ganz befriedigend. Eher möchte hier an das Verdampfen des Queckfilbers beim Glühen des Platins zu denken feyn, welches den Zufammenhang zwifchen den Queckfilbertheilchen vermindert und ihre Trennung befördert. *A.*

menhalts zwischen den Theilen des Platins hatte doch die Wirkung gehabt, daſs das Platinscheibchen mit Queckſilber bedeckt war, welches ſich indeſs leicht davon abnehmen lieſs.

4. *Amalgamation des Platins.*

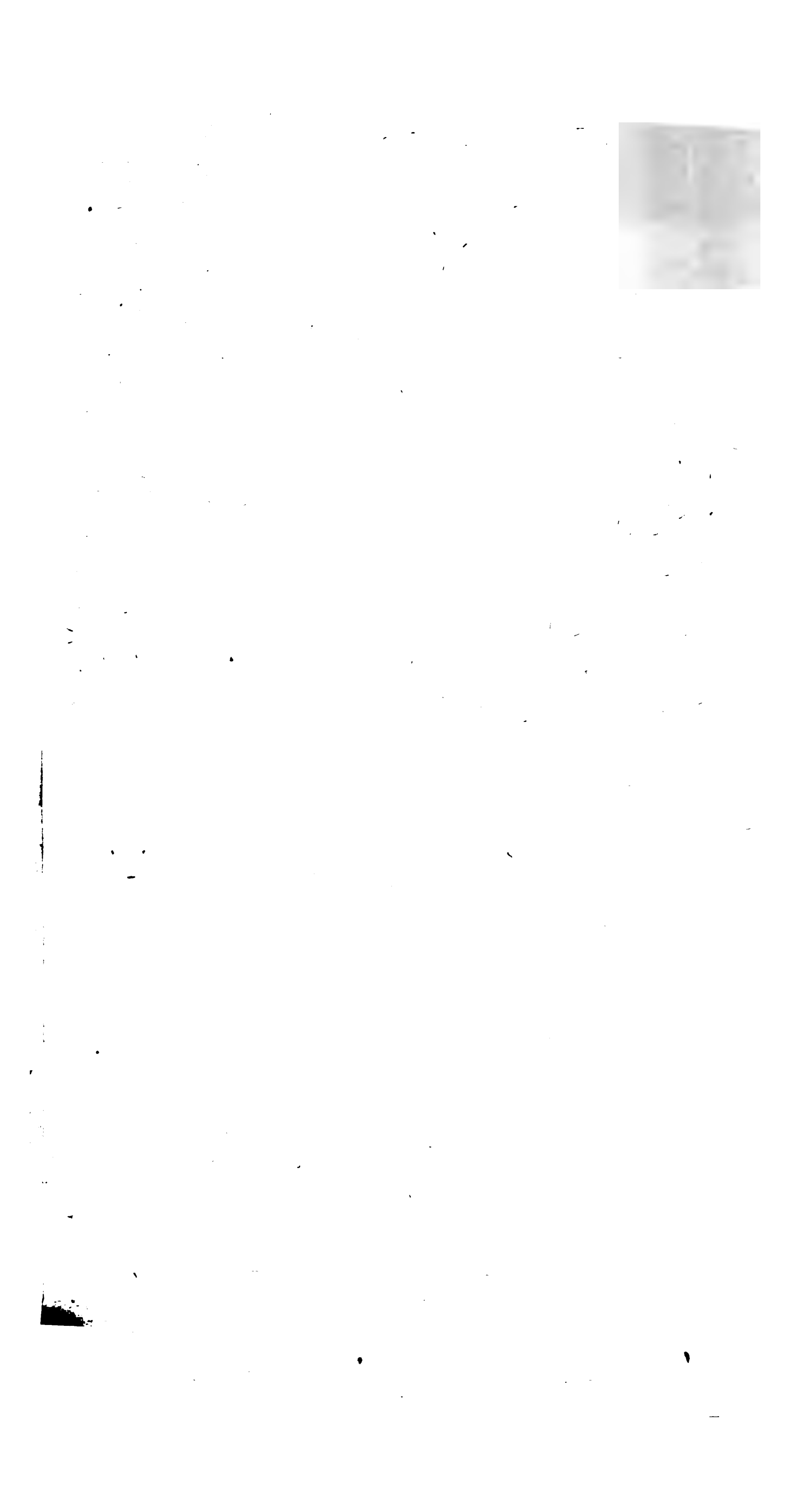
Ich ſetzte ein Stück Platin in Queckſilber einer Hitze des Sandbades bis zum Rothglühen, oder bis zum ſiebenten Grade des Wedgwoodſchen Pyrometers aus. Merkwürdig war es hierbei, daſs das Platinſtück, ungeachtet ſeines gröſsern ſpecifiſchen Gewichts und ungeachtet ich es wiederholt untertauchen lieſs, immer zurückkam und oben auf ſchwamm. *) Ich ſah

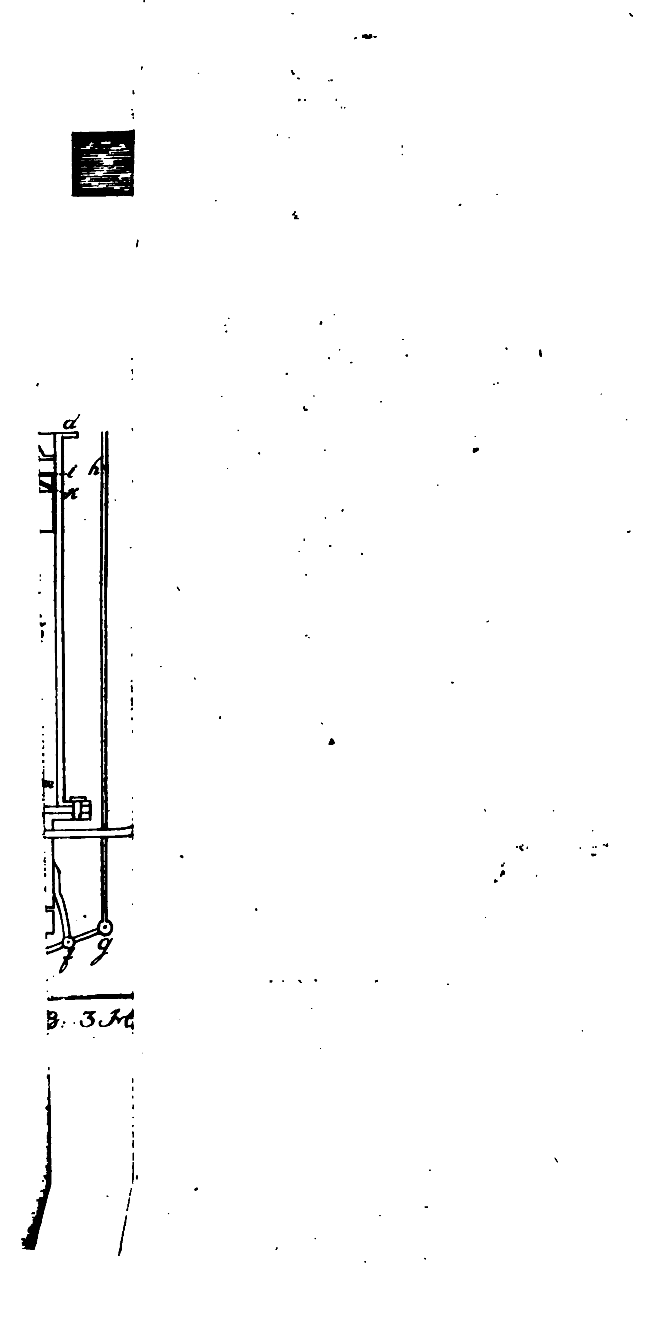
*) Dieſe merkwürdige Erſcheinung, deren Erklärung Guyton zu geben unterläſst, klärt ſich bald auf, ſobald man die nachher angeführte Erſcheinung, daſs das Platinſtück untergeſunken ſey, nachdem es ſich amalgamirt, damit zuſammenſtellt. Hier ſowohl, wie bei einigen andern ſpecifiſch-ſchwerern Materien, welche deſſen ungeachtet in Flüſſigkeiten nicht unterſinken, iſt die Anziehung der Flüſſigkeit unter ſich ſtärker, als die Anziehung gegen den ſchwimmenden Körper und die Kraft, mit welcher der Körper zu ſinken ſtrebt. Es iſt daher dieſes Phänomen ganz dem Niedrigſtehen des Queckſilbers in einem gläſernen Haarröhrchen analog. Doch darüber vielleicht an einem andern Orte. *A.*

mich daher genöthigt, es mit einer Glasröhre unter dem Queckſilber zu halten. Nachdem der Glaskolben, in welchem ſich das Queckſilber befand, wieder erkaltet war, nahm ich die Glasröhre heraus, und nun ſtieg das Platinſtück nicht mehr in die Höhe. Als das Queckſilber abgegoſſen wurde, ſah die Platte wie ein friſch verzinntes Metall aus; und nachdem die daran hängenden Tropfen abgeklopft waren, fand ſich ihr Gewicht um die Hälfte vermehrt. An dem erhabenern Theile des Metalls konnte man Spitzen bemerken, welche auffallende Aehnlichkeit mit den Kryſtallen hatten, die man in andern Amalgamen bemerkt. Die Platte war über dies ſehr leichtbrüchig geworden.

Da ich ein Stück dieſes Metalls dem Feuer ausſetzte, verminderte ſich deſſen Dicke, es wurde wieder ſtreckbar, und war auf ſeiner Fläche mit einem ſchwarzen Pulver bedeckt, welches ich für Platinkalk, (in Salpeterſäure auflöslich,) erkannte.

Aus dieſen Erfahrungen, welche ich nachher noch einmal wiederholt habe, ziehe ich den Schluſs: daſs ſich Platin in der Wärme mit dem Queckſilber amalgamire; daſs dieſes Amalgama ſich auch kryſtalliniſch wie bei den andern Metallen darſtelle; daſs endlich das Platin, wie Gold,

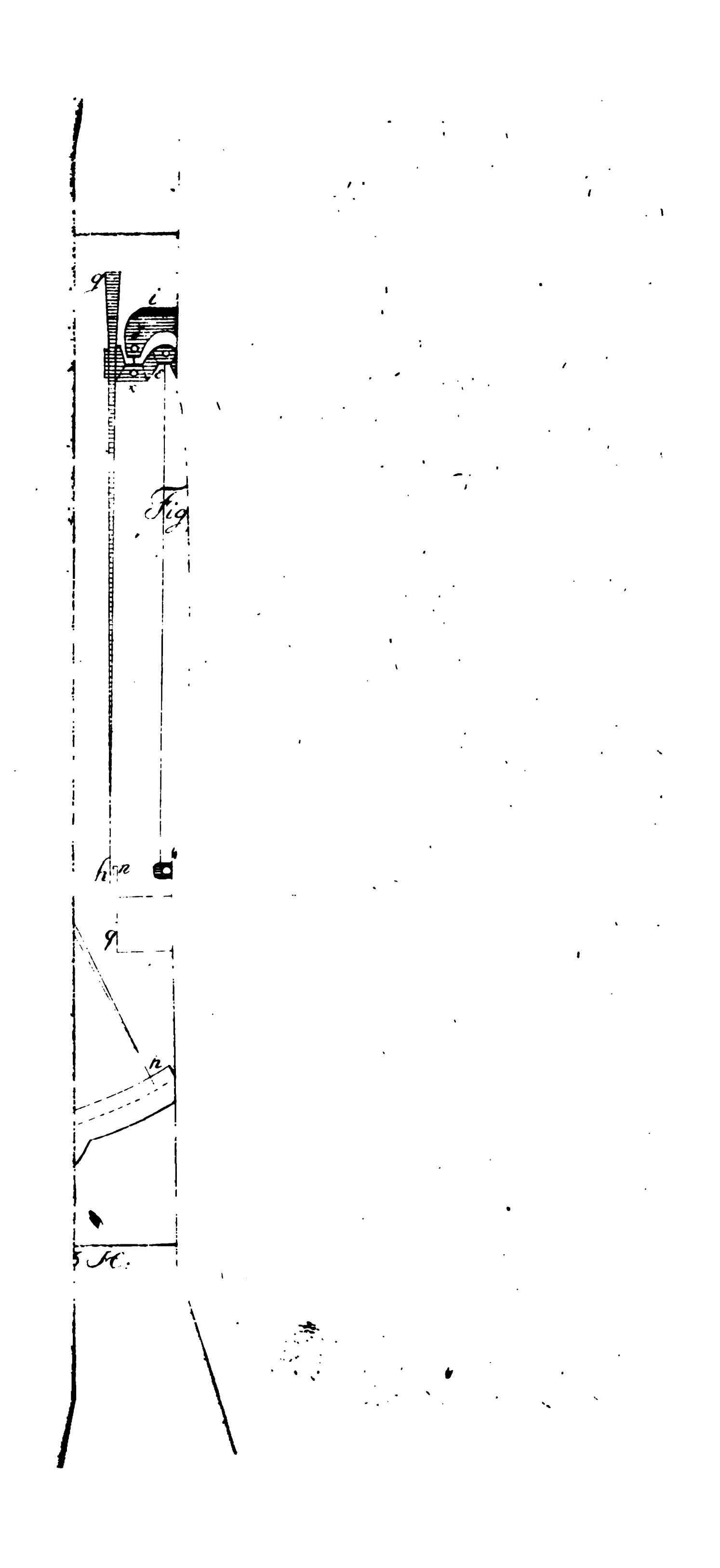




eine dritte Art von Electrisirung anzunehmen. Er theilt nämlich das electrische Fluidum in drei Strahlenarten, in den glasigen, harzigen und Lebensstrahl. Durch diesen wird erklärt, wo es ihm mit jenen nicht gelingt: er erklärt durch denselben sogar die Galvanischen Versuche, die er, wie er eingesteht, nur dem Namen nach kennt; sogar den Scheintod hofft er durch jene Lebens-Electricität, die ihm zugleich eine neue Sorte von Weltseele ist, zu entdecken, und in dieser Rücksicht nennt er jenes Gefäss mit Wasser Psychoskop, das Siegellackstück Sensitif, und die Verbindung desselben mit dem isolirten Metalle Conjonction.

Doch ich will Sie nicht länger mit der Erzählung der übrigen Curiositäten in diesem Buche aufhalten, das durchgängig mehr ein Herumtappen als ein Suchen nach Wahrheit ist. Ich füge nur noch die Abbildung der drei Sorten von Electricität hinzu, (Taf VI, Fig. 9.) Interessant ist übrigens eine Zusammenstellung verschiedener Meinungen über das Leuchten des Meeres; sie ist das Einzige, wo der Verfasser seine Leser nur selten mit eignen Ideen belästigt. — — — Wozu eine Uebersetzung dieser Schrift dienen soll, welche ich vor einigen Tagen in der Litteraturzeitung angekündigt fand, sehe ich nun freilich nicht ein; aber der Uebersetzer mag wohl mit desto mehr Gewissheit wissen, dass sie ihm nutzen könne.

A.





ANNALEN DER PHYSIK.

ERSTER BAND, VIERTES STÜCK.

I.

BESCHREIBUNG

einer sehr einfachen Luftpumpe, welche die gewöhnlichen an Güte übertrifft,

von

Herrn *D.* van Marum

in Haarlem. *)

So oft ich es unternahm, die Luft aus grossen Gläsern auszupumpen, z. B. aus den Ballons von 13 Zoll Durchmesser, bei dem Versuche über die Zusammensetzung des Wassers und über das Verbrennen des Phosphors im Sauerstoffgas, wurde ich über das Langweilige des Prozesses mit einer gewöhnlichen Luftpumpe, und darüber verdriesslich, dass es mir selbst mit der neuesten Luftpumpe von Cuthbertson nicht gelingen wollte, die Luft bis auf den erwünschten Grad

*) *Description de quelques Appareils chymiques de la Fondation Teylerienne* etc., p. 101—114.

zu verdünnen. Dieses veranlasste mich, auf eine verbesserte Einrichtung eines so unentbehrlichen Instrumentes zu sinnen, um, wo möglich, es zu vereinfachen, da es mir auf diesem Wege gelungen war, schon mehrere andere Apparate zu vervollkommnen.

Der Professor **Senguerd** zu Leiden hatte um das Jahr 1697 eine sehr einfache Luftpumpe angegeben, deren Hahn mit der Hand gedreht wurde, und deren Stiefel 3½ Zoll weit und 25 Zoll lang war. Bei einer solchen Grösse des Stiefels wurde der Recipient sehr schnell ausgeleert, doch wollte es nicht gelingen, die Verdünnung sehr weit zu treiben. Seitdem hat diese einfache Maschine keine wesentliche Verbesserung erhalten, indem man sich nur bemühte, sie so einzurichten, dass man des Drehens am Hahne überhoben würde, und zu dem Ende entweder den Hahn durch die Maschine selbst in Bewegung setzte, oder statt seiner Ventile anbrachte. Mehrentheils zog man Luftpumpen mit *doppeltem Stiefel*, deren jeder nicht so voluminös ist, der Senguerdischen Maschine vor, weil sie weniger Platz als diese einnehmen, und sich bequem auf einem Tische handhaben lassen. Auch nahm man, weil die Hähne sich bald abnutzen, statt ihrer lieber Ventile, verschloss den Stiefel oben luftdicht, und

liefs die Kolbenftange durch eine Lederbüchfe gehen, um dadurch dem Anhängen der Ventile entgegen zu arbeiten, welches fonft die Wirkung diefer Pumpen beträchtlich fchwächte. So wurde die Luftpumpe immer mehr und mehr zufammen gefetzt, und jeder Zufatz erzeugte feine eignen Mängel. *)

John Cuthbertfon hat vor kurzem Luftpumpen gebauet, die weder Hahn noch Ventil haben, fondern fich vermittelft einer andern fcharffinnigen, doch fehr zufammengefetzten Vorrichtung abwechfelnd öffnen und fchliefsen. Wenn diefe Luftpumpen neu find, verdünnen fie in der That die Luft ftärker als die gewöhnlichen, behalten diefen Vorzug aber nur fo lange, bis fich das Oehl in ihnen mit der Zeit verdickt, wie ich diefes felbft in den Jahren 1791 und 1792 an einer Pumpe erfuhr, die Cuthbertfon für das

*) So z. B. gefteht felbft Nicholfon, dafs es nach den Verfuchen Brooke's, (*Mifcellaneous Experiments and Remarks on Electricity* etc., Norwich 1789, p. 123,) fehr zweifelhaft bleibe, ob Smeaton's Veränderung der gemeinen Ventilpumpen für eine wahre Verbefferung zu halten fey. Nach Nicholfon's Verficherung hat man in England nie, oder wenigftens nicht in neuern Zeiten, Luftpumpen mit Hähnen gebauet, fondern alle englifche find Ventilpumpen. *d. H.*

Teylersche Museum gemacht hatte. Auch verdünnt diese Maschine die Luft in grossen Recipienten nur sehr langsam, da die Stiefel nur 1½ Zoll im Durchmesser, und die Kolben nur einen Hub von 9 Zoll haben. Ueberdies ist sie zusammengesetzter, mithin kostbarer und wandelbarer, als irgend eine der frühern. *)

*) Cuthbertson verwandelte eigentlich die drei Blasenventile der Smeatonschen Luftpumpe in drei Kegel- oder Cylinderventile, welche beim Spiele des Kolbens sich gehörig öffnen und schliessen, und deren Wirkung besonders auf den beiden Oehlbehältern über jedem Stiefel, und auf der Circulation des Oehls im Stiefel beruht. Cuthbertson selbst, der anfangs in Amsterdam lebte und jetzt in London fixirt ist, verdünnte mit seiner Maschine die Luft so stark, dass sie in der Barometer- und in der Heberprobe nur noch eine Queckfilbersäule von ¼ Linie, ja bei recht trockener Luft nur von $\frac{1}{10}$ Linie trug. Adet, in den *Annales de Chymie*, Nr. 74, 1798, p. 165, macht ihm die Erfindung der nach ihm benannten Luftpumpe streitig, und schreibt sie dem Bürger Ami Argant zu, dessen 1776 in Paris ausgeführte und im dritten Bande der *Leçons élémentaires de Physique* von Sigaud de la Fond beschriebene Luftpumpe, grosse Aehnlichkeit mit der Cuthbertsonschen haben soll. Auch erwähnt er eines französischen Künstlers Frontin, der Luftpumpen bauet, deren Ventile sich nicht durch den Luftdruck, sondern mechanisch öffnen. Zwei solche Luftpumpen nach Sadler's Einrichtung, sind im dritten Stücke der Annalen

Um meine Luftpumpe ſo einfach als möglich zu machen, zog ich einen Stiefel, ſo groſs als ihn Senguerd nahm, d. h., 3½ Zoll weit und 25 Zoll lang, zwei Stiefeln vor, ſtellte ihn aber nicht ſchief, wie Senguerd, ſondern ſenkrecht, wie er in Taf. VII, Fig. 1, abgebildet iſt. Durch dieſe Stellung erhielt ich den Vortheil, daſs der Hahn von dem, der die Pumpe in Bewegung ſetzt, mit dem Fuſse gedreht werden konnte, ſtatt daſs er in der ältern Maſchine mit der Hand gedreht wird, und dazu dient eine leichte Vorrichtung am Hahne, welche Taf. VIII, Fig. 1, darſtellt.

Der Hahn *ss* ſitzt in einem cylindriſchen Stücke unter dem untern Boden *rr* des Stiefels; Fig. 1, 2 und 3 ſtellen dieſes Stück in einem vertikalen Durchſchnitte, auf den achten Theil der wahren Gröſse reducirt, vor. Das vordere Theil des Hahnes trägt einen 6 Zoll langen Stab *ab*, und auf dieſem ein halbes eiſernes Kreuz *cde*, (Fig. 2,) wovon man in Fig. 1 nur den einen Arm *c* ſehen kann. Steht der Stab *ab* ſenkrecht, alſo *cde* horizontal, ſo iſt der Hahn

beſchrieben worden, und zugleich die Vorrichtung, durch welche Prince die Fehler der Smeatonſchen Luftpumpen, auf eine andere Art als Cuthbertſon zu verbeſſern ſucht. *d. H.*

geöffnet; der Stiefel steht mit dem Recipienten auf dem Teller in Verbindung; und zieht man den Kolben heraus, so wird die Luft im Recipienten verdünnt. Ehe man den Kolben wieder hinunter stößt, muss der Hahn geschlossen werden, indem man den Fuss etwas schief gegen *c*, (Fig. 1,) setzt, und so den Hahn nach der rechten Seite zu dreht, bis, nach einer Viertelumdrehung, der Arm *d* auf den Boden des Gestells aufstößt, (Fig. 2.) Dann ist der Recipient geschlossen, hingegen der Stiefel mit der äussern Luft in Verbindung gesetzt; und treibt man nun den Kolben hinunter, so geht alle Luft aus dem Stiefel durch den Hahn hinaus. Sobald der Stempel auf den Boden aufstößt, muss der Hahn wieder zurückgedreht werden, indem man den Fuss unter das Stück *c* setzt, und ihn etwas hebt. Eine Kette, die an *cd* und das Gestell befestigt ist, (Taf. VII, Fig. 1,) verhindert, dass der Hahn hierbei nicht zu weit zurück gedreht werde. Dieses Drehen des Hahns mit dem Fusse geht so leicht, dass man es selbst einem ungeschickten Handlanger, der an der Kurbel arbeitet, anvertrauen kann, und dass es sehr überflüssig wäre, noch einen Mechanismus anzubringen, um einer Bewegung entübrigt zu seyn, die so geringe Aufmerksamkeit fordert.

Eine zweite Verbesserung erhielt meine Luftpumpe dadurch, daſs ich den untern Boden des Kolbens und des Stiefels mit Schmirgel über einander abreiben lieſs, damit ſie völlig an einander ſchlieſsen, und ſo wenig ſchädlichen Raum als möglich laſſen möchten; ein Umſtand, auf den in der Senguerdiſchen und einigen andern Luftpumpen nicht genug geſehen iſt. Da der Kolben zu lang und zu genau gearbeitet iſt, als daſs er aus der vertikalen Lage weichen könnte, ſo müſſen beide abgeriebene Ebenen beim jedesmaligen Herabgehen des Kolbens genau zuſammenpaſſen, und zwiſchen ihnen bleibt keine Luft. Ueber dies iſt der Boden nicht auf die gewöhnliche Art an den Stiefel angeſchraubt oder angelöthet, ſondern er ſchlieſst genau an den Rand *aa*, (Taf. VIII, Fig. 4 und 5,) der gleichfalls vollkommen eben iſt, und wird darauf mit 6 Schrauben befeſtigt. Ein wenig weiches Wachs zwiſchen dieſen Rand und das meſſingene Bodenſtück gelegt, verwehrt der Luft allen Durchgang zwiſchen beiden. Auf dieſe Art gelingt es beſſer als auf die gewöhnliche, alle ſchädliche Luft zwiſchen Boden und Kolben zu vermeiden, und dieſer Einrichtung ſchreibe ich es hauptſächlich zu, daſs die Luft ſich mit meiner Luftpumpe in einen ſo hohen Grad verdünnen läſst.

Den ganzen Bau der Maschine zeigt Taf. VIII, Fig. 5, in welcher die Luftpumpe von der Seite gesehen wird. Der Teller *AA* ruht auf der Säule *B*, und die Communicationsröhre *CD* verbindet den Stiefel mit dem Recipienten auf dem Teller. Die punktirten Linien zeigen, wie diese Röhre und die Stücke unter dem Stiefel und unter dem Teller durchbohrt sind. Der messingene Ring *e*, in welchen die Verbindungsröhre eingelöthet ist, wird an das Messingstück *g* durch die Schraube *f* angedrückt, und zwei lederne in Oehl getränkte Ringe, die zu beiden Seiten des messingenen liegen, verwehren der Luft den Durchtritt durch die Fugen. Auf eine ähnliche Art ist die Röhre *CD* vermittelst des Ringes *h* an das Messingstück *ii* befestigt, auf welches der Teller angelöthet ist. Dieser Ring *h* hat inwendig einen Falz, der in seiner Mitte rings um ihn herum geht, (man sieht ihn in dem senkrechten Querschnitte Taf. VIII, Fig. 6, bei *m* und *m*,) und die Schraube *k* ist nach den punktirten Linien dieser Figur durchbohrt, so dass, bei jeder Lage der Schraube, die Verbindung zwischen der Röhre *CD* und dem Teller der durchgehenden Luft vermittelst des Falzes offen bleibt. Die Verbindungsröhre ist aus zwei Röhren, *C* und *D*, zusammengesetzt, die auf die vorhin erwähnte Art

ıeinander gefügt sind. Der Ring *n*, dem vori-
en *b* in allem ähnlich, ist an die Röhre *C* ange-
ıthet, und vermittelst der Schraube *p*, der vori-
en *k* ähnlich, an die Röhre *D* angeschroben.

Der Hahn liegt ziemlich dicht unter dem Bo-
en des Stiefels, damit der schädliche Raum im
nfange des Kanals *l*, zwischen dem Ende des
tiefels und dem Hahne, nur unbedeutend sey.
ieser Raum ist nur $\frac{3}{4}$ Zoll lang und $\frac{1}{12}$ Zoll weit.*)
'af. VIII, Fig. 1 und 5, zeigen den Hahn in der
age, in welcher Stiefel und Teller in Verbin-
ung sind; Fig. 2, wie er, um einen Viertelum-

*) Auch diesem schädlichen Raume müsste sich auf eine ähnliche Art, wie in der Cuthbertsonschen Luftpumpe abhelfen lassen, wenn man aus dem untern Theile des Kolbens einen dünnen Stöpsel hervorgehen liesse, der, wenn der Kolben auf den Boden des Stiefels aufstösst, genau die Röhre *l* bis zum Hahne ausfüllte. Sollte dieses Schwierigkeit haben, so müsste man die Röhre *l* weiter als die Duchbohrung des Kolbens machen, und ein wenig Oehl über den Hahn giessen. Dieses füllte dann, wie in der Sadlerschen Luftpumpe, (die im vorigen Stücke beschrieben ist,) den Zwischenraum zwischen dem lose gehenden Stöpsel und der Röhre aus, und höbe so vollends den schädlichen Raum auf. Läuft dabei auch etwas Oehl durch den Hahn, so möchte das so viel nicht schaden, und liesse sich dadurch ersetzen, dass man etwas Oehl über den Kolben gösse. *d. H.*

gang gedreht, die Verbindungsröhre *CD* verſchlieſst, und der Luft im Stiefel, wenn der Kolben hinab geht, einen freien Durchgang nach auſsen öffnet; Fig. 3, wie er nach der entgegengeſetzten Seite um einen halben Umgang gedreht, (da dann der Arm *e* in Fig. 2 auf den Boden aufſtöſst,) den Stiefel verſchlieſst und den Recipienten mit der äuſsern Luft in Verbindung ſetzt.

Der untere Boden des Stiefels ruht auf einem Meſſingringe, (Taf. VII, Fig. 1,) deſſen ſenkrechten Durchſchnitt man bei *b*, *b*, Taf. VIII, Fig. 4, ſieht. Dieſen Ring ſtützen vier kleine Säulen von Meſſing, $3\frac{1}{2}$ Zoll hoch, die unten in einen zweiten ähnlichen Meſſingring *cc* eingeſchroben ſind, und dieſer untere Meſſingring liegt unmittelbar auf dem Brette, welches die ganze Maſchine trägt. Auf dieſem Brette wird der Stiefel unbeweglich vermittelſt des parallelepipedariſchen Holzes *dd* erhalten, welches auf 2 ſtarken Holzſäulen ruht, und auf ſie durch die beiden meſſingenen Vaſen *ee* feſtgeſchroben iſt. Es gehen nämlich mitten durch dieſe Säulen zwei eiſerne Stangen *ff*, die ſich in Schrauben endigen, wozu oben die beiden Vaſen als Mütter, unten zwei andere meſſingene Mütter *gg* gehören, vermittelſt deren ſie unter dem Fuſsbrette ſtark angeſchroben werden.

In Figur 4, welche einen ſenkrechten Durch-
hnitt der Maſchine, durch die Mitte jener
ulen und des Stiefels darſtellt, ſieht man
is Rad und die gezähnte Kolbenſtange, durch
elche der Kolben bewegt wird; auch einen ſenk-
chten Durchſchnitt des *Kolbens*, durch ſeine
chſe. Die dicke Meſſingſcheibe *bb*, welche
ı der gezähnten Kolbenſtange ſitzt, endigt ſich
ein cylindriſches Stück *i*, in welches die
;hraube *k* der untern Meſſingſcheibe *ll* eingreift.
er Raum zwiſchen *bb* und *ll* iſt mit ledernen
ingen ausgefüllt, die durch das Anziehen der
;hraube *k* ſtark zuſammengepreſst, und dann
ıf einer Drehbank vollkommen cylindriſch und
ı abgedreht werden, daſs der Kolben aufs ge-
aueſte in den Stiefel hinein paſst.

In die Meſſingplatte *ii*, (Fig. 5,) welche
nmittelbar den Teller der Luftpumpe trägt, iſt
och ein meſſingener Theil *q*, der mit einem
Iahne *m* verſehen iſt, eingeſchraubt, und in
ieſen Theil wiederum, auf die ſchon oben mehr-
ıals beſchriebene Art, die meſſingene Röhre *o*.
)ie Glasröhre *nn*, welche in die Röhre *o* einge-
:üttet iſt, dient als Barometer für die Luftpumpe,
nd hängt zu dem Ende bis nahe an den Boden
les Glaſes *p* hinab, das zur Hälfte mit Queckſil-
ıer angefüllt wird. Neben der Röhre ſchwimmt

auf dem Queckſilber im Glaſe *p* eine auf Holz gezeichnete Scale, die nach Zoll und Linien abgetheilt iſt.

Statt des abgekürzten Barometers, das man gewöhnlich neben dem Teller anbringt, bediene ich mich einer heberförmigen Glasröhre, (Fig 7,) deren einer Schenkel *aa* zugeſchmolzen und mit gut ausgekochtem Queckſilber gefüllt iſt. Sie wird an eine Scale aus Elfenbein befeſtigt, die nach Linien eingetheilt iſt, und auf einem meſſingenen Fuſse ſteht, und läſst ſich bei dem wenigen Raume, den ſie einnimmt, in den meiſten Verſuchen mit unter den Recipienten ſetzen. Der Ueberſchuſs der Queckſilberhöhe in *aa* über die in der Röhre *bb*, am Ende der Verdünnung, miſst den Druck der Luft oder der elaſtiſchen Dünſte, die ſich dann noch im Recipienten finden, ſo genau als man es nur immer wünſchen kann.

Ich habe mehrmals verſucht, bis auf welchen Grad ich vermittelſt meiner Luftpumpe die Luft des Recipienten nach Angabe dieſer Barometerprobe wohl verdünnen könnte, und nahm dabei mit Fleiſs als Recipienten einen Ballon von 906 Kubikzoll Inhalt; eine Gröſse, bei welcher ſich die Verdünnung bekanntlich nicht ſo weit als in kleinern Recipienten treiben läſst. Und doch brachte

ich es wiederholt dahin, daſs die Queckſilberhöhe nur noch 1''' betrug. In kleinern Recipienten von 50 bis 100 Kubikzoll, brachte ich die Verdünnung oft bis auf ½ Linie Queckſilberhöhe. Dieſen höchſten Grad von Verdünnung erhielt ich doch nur eine kurze Zeit unmittelbar nach der Vollendung, oder nach einer Reinigung der Maſchine. Nach wenigen Tagen hat ſich gewöhnlich Feuchtigkeit aus der Luft in den Stiefel und die Verbindungsröhre abgeſetzt, und dieſe verwandelt ſich, ſobald die Luft bis auf einen gewiſſen Grad verdünnt iſt, in eine elaſtiſche Flüſſigkeit, und verhindert die gröſste Wirkung der Maſchine. Um den höchſten Grad der Verdünnung, den eine Luftpumpe leiſtet, zu finden, muſs man ſie daher mehrere Tage lang in einer ſehr trockenen Luft oder an der Sonne ſtehen laſſen, damit ſie inwendig recht austrockne; oder noch lieber die Pumpe inwendig reinigen, und die Theile einzeln trocknen. Das Factum und dieſen Grund deſſelben haben auch die Verſuche des Herrn Nairne, (*Philoſophical Transaction*, 1777,) gelehrt.

Bei mehrern chemiſchen Verſuchen muſs aus einem verſchloſſenen Gefäſse ein Theil der darin enthaltenen Luft in ein anderes Gefäſs gebracht, und dort geprüft werden. Um dieſes mit mei-

ner Luftpumpe bewerkstelligen zu können, ließ ich an den Hahn das Messingstück *ab*, (Fig. 8.) anschrauben, dessen konisches Stück *a* in die konische Vertiefung *s* am Ende des Hahnes, (Fig. 1.) hineinpaßt, und von der Schraube *cc* darin fest gehalten wird. Das Stück *ab* ist der Länge nach durchbohrt, wird am andern Ende durch ein gewöhnliches ledernes Ventil verschlossen, und hier paßt die messingene Schraube *fg* darauf, die, angezogen, an den Rand *ee* andrückt, so daß ein wenig weiches Wachs um *ee* gelegt, der Luft den Duchgang zwischen beiden Schrauben wehrt. Eine biegsame Röhre, an deren Enden zwei konische Röhren angeküttet sind, wird, nach meiner gewöhnlichen Art, mit dem einen Ende in die konische Oeffnung *g* jener Schraube befestigt, und mit dem andern Ende in die konische Oeffnung des Messingstücks Fig. 9, das vermittelst der Schraube *a* an die Wand der pneumatischen Wanne angeschroben wird, und sich in eine Glasröhre endigt, durch welche die Luft, die zum Hahne hinaus geht, in ein Gefäß, das auf dem Brette der pneumatischen Wanne steht, geleitet wird. *)

*) Wer das von Herrn **Lüdicke** im ersten Hefte dieser Annalen beschriebene Cylindergebläse zum

Vorrichtung, die Luft zusammenzudrücken.

Die Luftpumpe, welche ich hier beschrieben habe, hat den Vorzug, daſs sie ohne die mindeste Veränderung sich auch sogleich zum Comprimiren der Luft brauchen läſst. Bringt man nämlich den Hahn in die Lage der zweiten Figur, und zieht den Kolben hinauf, so tritt atmosphärische Luft von auſsen in den Stiefel. Dreht man darauf den Hahn in die Lage der ersten und vierten Figur, und treibt den Kolben herunter, so wird die Luft aus demselben in den Recipienten, der auf dem Teller steht, gepreſst, und darin condensirt.

Der Recipient ist ein gläserner Cylinder *A*, (Taf. VIII, Fig. 10,) 13 Zoll hoch, 5 Zoll weit und ½ Zoll dick, mit geschliffnen Rändern. Er steht auf einer vollkommen ebenen Messingscheibe *B*, die ½ Zoll dick, und unten mit einem eingeschrobenen Hahne *C* versehen ist, vermittelst dessen er sich auf dem Teller der Luftpumpe befestigen läſst. Der Cylinder wird mit einem konischen Hute *D* bedeckt, dessen Rand gleichfalls eine vollkommene Ebene bildet. Der eiserne

Glasblasen besitzt, kann diesen complicirten Zusatz zur Luftpumpe füglich entbehren. *d. H.*

dreiarmige Bügel *EFG*, den Fig. 11 einzeln vorstellt, und die Schraube *H*, dienen, die Platte *B* und den Hut *D* stark an die Ränder des Cylinders anzudrücken, die zuvor mit etwas erweichtem Wachse beschmiert werden müssen, damit die zusammengedrückte Luft nicht durch diese Fugen entweiche. Das Ende der Schraube *H* drückt auf eine kleine Höhlung in der Mitte des Hutes *D*, in der sie sich zugleich dreht. Da die Arme des Bügels *EFG* an drei Stellen, die gleich weit von einander abstehen, unter die Platte *B* unterfassen, so kann man sich darauf verlassen, dass sie und der Hut *B*, wenn man die Schraube *H* anzieht, überall mit gleicher Kraft an den Cylinder angedrückt werden. Man läuft daher, auch bei einem sehr starken Drucke, nicht Gefahr, den Cylinder zu zerbrechen, und kann ihn so fest anschrauben, dass die Luft auch bei der stärksten Verdichtung nicht hinaus dringt.

Zu dieser Vorrichtung, um die Luft zu verdichten, gehört noch ein Ventil, welches der verdichteten Luft, während der Stempel in die Höhe geht, den Rücktritt nach dem Stiefel verwehrt. Dieses stellt Fig. 12 in einem senkrechten Durchschnitte vor. Das durchbohrte Messingstück *a* läſst sich in den Teller einschrauben, hat an seinem Ende ein gewöhnliches Lederven-

il *b*, und es wird darüber das Stück *c* geſchraubt, n welches ſich zugleich auch der Hahn des Com- reſſionsrecipienten ſchrauben läſst.

Als *Verdichtungsmeſſer* dient eine in dem Re- ipienten hängende heberförmige Glasröhre, leren einer Schenkel oben zugeſchmolzen iſt ind eine 4 Zoll hohe Luftſäule enthält. Im ndern offnen Schenkel iſt Queckſilber. Wird lie Luft in dem Recipienten verdichtet, ſo treibt hr ſtärkerer Druck das Queckſilber in den chenkel mit Luft hinauf, und die Verkürzung ler Luftſäule in dieſem Schenkel, die man an der cale miſst, vor der die Röhren befeſtigt ſind, eigt, dem Mariottiſchen Geſetze zu Folge, den Grad der Verdichtung, den man erreicht hat.

II.

Ueber
den bisher noch nicht beachteten Einfluss der Adhärenz auf die Bestimmung des specifischen Gewichtes fester Körper

von

dem Bürger Hassenfratz. *)

Die Physiker stellen es als einen Grundsatz auf, dass ein Körper, der in eine Flüssigkeit getaucht ist, gerade so viel von seinem Gewichte verliert, als das Gewicht der Flüssigkeit beträgt, die er aus der Stelle drückt. Ferner nehmen sie an, dass, wenn ein Körper in mehrere Theile zerstückt wird, sein Volumen sich dadurch nicht ändert, so dass immer die Summe aller getrennten Theile zusammengenommen, dem Volumen des ganzen Körpers gleich sey. **) Nach diesen Grundsätzen

*) *Annales de Chimie*, Paris, an VI, Nro. 77, pag. 188 — 203. *Suite du premier Mémoire de l'Aréometrie.*

**) Das möchten die Physiker doch wohl bloss von durchgängig dichten Körpern, ohne Zwischenräume, nicht aber von porösen Körpern behaupten, wo die Poren zwar mit zum Volumen des ganzen

müſste ein (nicht-poröſer) Körper, der ein-
mahl ganz, das andere Mahl zerſtückt, bei glei-
cher Temperatur in deſtillirtem Waſſer gewogen
wird, in beiden Fällen gleich viel an ſeinem Ge-
wichte verlieren.

Um dieſes durch Erfahrungen zu prüfen,
nahm ich ein Stuck Glas, welches in der Luft
200 Grammen, und unter deſtillirtem Waſſer 124,3
Grammen wog, deſſen ſpecifiſches Gewicht folg-
lich 2,6402 war, und ſtieſs es in einem Mörſer
klein. Als ich darauf dieſen Glasſtaub wieder
wog, fand ich, daſs zwar das Gewicht von 200
Grammen in der Luft geblieben war, daſs er
aber im Waſſer nur 108,5 Grammen wog. Das
ganze Glas verlor alſo nur 75,7, und der Glas-
ſtaub 91,5 Grammen; jenes hatte folglich ein
ſpecifiſches Gewicht von 2,6042, dieſes nur von
2,1846.

Anfangs glaubte ich, dieſe Wirkung ſey ganz
derſelben Urſache zuzuſchreiben, welche in den Ver-
ſuchen des Dr. Petit trockenen Gold- und Sil-
berblättchen ſchwimmend erhält, und macht, daſs
die Magnetnadel, ſo lange ſie trocken iſt, ſich auf

Körpers gehören, nicht aber bei der Summe der
Voluminum der einzelnen Theile, alleſammt in An-
ſchlag kommen. *d. H.*

einer ruhigen Wasserfläche frei drehte, oder daſs Wassertropfen über eine Wasserfläche hinrollten; nämlich die mit der Oberfläche dieser Körper cohärirenden Luft, die das Ganze specifisch leichter macht, und die unter der Luftpumpe oder beim Naſswerden der Körper weicht. Ich brachte daher das fein gestoſsene Glas in einem Gefäſse mit Wasser unter die Luftpumpe, und wirklich erhoben sich daraus viele Luftbläsen. Als sich deren keine mehr entwickelte, wog ich diese 200 Grammen noch einmal im Wasser unter dem Recipienten, und fand ihr Gewicht 113,2 Gr. Ihr Verlust im Wasser war folglich 86,8 Gr. und ihr specifisches Gewicht 2,3021.

Aus dieser Erfahrung lernte ich, erstens, daſs noch eine beträchtliche Menge von Luft an dem zerstoſsenen Glase hängen geblieben war, ungeachtet ich es im Wasser umgerührt hatte, nämlich so viel als das Volumen von 4,7 Gr. destillirten Wassers beträgt; zweitens, daſs der Gewichtsverlust des zerstoſsenen Glases im Wasser nicht durch die Cohäsion mit der Luft allein verursacht wird, sondern daſs darauf noch andere Ursachen Einfluſs haben.

Nachdem ich mich durch wiederholte Versuche versichert hatte, daſs dieser Umstand immer statt hat, und daſs er theils von der Beschaf-

ſenheit, theils von der Theilbarkeit des Glaſes abhängt, ſo ſuchte ich, wo möglich, das Geſetz aufzufinden, nach welchem die Verminderung der ſpecifiſchen Schwere von der Zerſtuckelung eines und deſſelben Glaſes abhängt. Ich nahm zu dem Ende ein Quadrat von Glas, welches in der Luft 49,48 Gr. wog, und 29,48 Gr. Waſſer im luftleeren Raume verdrängte, deſſen ſpecifiſches Gewicht folglich 2,4739 war. Dieſes Glas wurde nachgerade in 20, 63, 320, 624, 1660, 2520 Theile zerſtückt *) und das ſpecifiſche Gewicht deſſelben in jedem dieſer Zuſtände unterſucht. Es betrug

bei	1 Stück	2,4739	ſpecifiſches	Gewicht
	20 —	2,4700	—	—
	63 —	2,4642	—	—
	320 —	2,4460	—	—
	624 —	2,4311	—	—
	1660 —	2,4108	—	—
	2520 —	2,3995	—	—

Aus dieſen ſieben Beobachtungen habe ich die Verminderung des ſpecifiſchen Gewichts für Theilungen nach arithmetiſcher Progreſſion

*) Wie? ſagt Herr Haſſenfratz eben ſo wenig, als ob alle Theile gleich wären; doch gehört dieſes zur Beurtheilung des Verfahrens. *d. H.*

zu bestimmen gesucht, und meine Berechnung giebt mir folgendes:

Zahl der Stücke.	Specifisches Gewicht.	Unterschied.
1	2,4739	
100	2,4615	114
200	2,4537	78
300	2,4472	65
400	2,4420	52
500	2,4371	47
600	2,4330	41
700	2,4296	36
800	2,4265	31
900	2,4238	27
1000	2,4215	23
1100	2,4194	21
1200	2,4175	19
1300	2,4160	15
1400	2,4145	15
1500	2,4130	15
1600	2,4116	14
1700	2,4102	14
1800	2,4089	14
1900	2,4076	13
2000	2,4063	13
2100	2,4050	13
2200	2,4037	13

ahl der Stücke.	Specifisches Gewicht.	Unterschiede.
2300	2,4024	13
2400	2,4011	13
2500	2,3999	12 *)

Das Glas, dessen ich mich bei diesem Ver-iche bediente, hatte einen Quadratdecimeter läche und zwei Millimeter Dicke, mithin 2,008

*) H. Hassenfratz sagt wiederum nicht, wie er diese Berechnung angestellt hat. Um seine Zahlen einigermaſsen zu prüfen, habe ich aus den drei Versuchen für 1, 320 und 624 Stück, unter der Voraussetzung, daſs Alles in eine arithmetische Reihe zweiter Ordnung passe, nach der bekannten Interpolationsmethode folgende specifische Gewichte für 1 bis 600 Stück berechnet.

Stück.	specif. Gewicht.	Unterschiede.
1	2,4739	
100	2,4637	102
200	2,4547	90
300	2,4471	76
400	2,4408	63
500	2,4357	51
600	2,4316	41

Diese Zahlen sind beträchtlich von denen unsers Verfassers unterschieden. Freilich giebt meine Rechnung für 20 Stück das specifische Gewicht 2,4716, und für 64 Stück, 2,4668. Ob diese groſse Abweichung bloſs daran liegt, daſs die Voraussetzung, nach der von mir interpolirt ist, so weit von der Wahrheit abweicht? d. H.

Quadratdecimeter Oberfläche. *) Durch das Zerstücken vermehrten sich die Oberflächen, indeſs das specifische Gewicht abnahm; doch scheint es nicht, daſs jene in eben dem Verhältnisse zugenommen hätten, wie dieses abnahm. **)

*) Da ein Decimetre der zehnte Theil 0,1, der Millimetre hingegen der tausendste Theil 0,001 der neuen französischen Linear-Einheit, d. h., des Metre ist; so enthält ein Quadratmetre 100 Quadratdecimetres, und 1000000 Quadratmillimetres, mithin ein Quadratdecimetre, 10000 Quadratmillimetres in sich. Jede der schmalen Seitenflächen war 1 Decimetre lang und 2 Millimetres breit, giebt 200 Quadratmillimetres, d. h., $\frac{200}{10000}$ oder $\frac{2}{100}$ Quadratdecimetres, mithin für alle vier schmale Seitenflächen 0,08, und für die ganze Oberfläche des Glases 2,08 Quadratdecimetres. Herr Haſſenfratz scheint sich also hier um eine ganze Decimalstelle zu irren. *d. H.*

**) Herr Haſſenfratz sucht dieses durch eine Rechnung darzuthun, die ich übergehe, da sie mir nicht ganz richtig zu seyn scheint. Nach ihm soll die Oberfläche der 100 Stück 2,044, der 200 Stück 2,066, der 300 Stück 2,088 Quadratdecimetres enthalten, und er gründet auf diese arithmetische Zunahme der Oberflächen sein Raisonnement. Diese Zahlen sind aber nicht nur auf dieselbe Art, wie die in der vorigen Anmerkung, unrichtig, sondern es scheint in ihnen, wie man sich auch die Stücke aus dem gegebenen Quadrate geschnitten denke, (denn auch das vergiſst Herr Haſſenfratz zu bestimmen,) noch ein zweiter Irrthum zu lie-

Uebrigens habe ich diesen Versuch, der mich durch das Unregelmäßsige in der Abnahme der specifischen Gewichte in Verwunderung setzte, fünf Mahl wiederholt, und, von dem Unter-

gen. Gesetzt, die 100 Stücke sind insgesammt Quadrate, so muss die Tafel 9 Mahl nach einer Richtung, und eben so 9 Mahl nach der Richtung, die darauf senkrecht ist, geschnitten werden. Jeder Schnitt giebt zwei neue Oberflächen, deren jede 0,02 Quadrat decimetres grofs ist. Bei 18 Schnitten nimmt folglich die Oberfläche um 36 × 0,02, d. h., um 0,72 Quadratdecimetres, zu. Statt deren berechnet Herr Haffenfratz nur eine Zunahme von 0,0036 Quadratdecimetres. Werden noch 10 Schnitte nach einer dieser Richtungen geführt, so erhalten wir 200 Stücke, und eine Oberfläche von 2,8 + 0,4 Q. Decimetres; und führen wir nach der Richtung, die darauf senkrecht steht, 5 Schnitte, so erhalten wir 300 Stücke, deren Oberfläche 3,2 + 0,2 Quadratdecimetres beträgt. Ist der Körper durch 20 Schnitte nach einer, und 25 Schnitte nach der darauf senkrechten Richtung, in 500 Theile getheilt; so bedarf es nur 4 Schnitte nach der erstern Richtung, um 600 Theile zu erhalten, und dann nimmt die Oberfläche nur um 0,16 Quadratdecimetres zu. Und auf diese Art wächst die Summe aller Oberflächen *keineswegés gleichförmig, wenn die Zahl der Theile gleichförmig zunimmt*, wie Herr Haffenfratz behauptet, sondern sie nimmt langsamer zu, gerade so wie das specifische Gewicht bei mehrern Theilen immer um weniger abnimmt. Diese Zunahme richtet sich nach der Art, wie die Theilung bewerkstelligt wird, und

ſchiede abgeſehen, der aus der Verſchiedenheit des Glaſes entſprang, jedesmal ähnliche Reſultate erhalten. Stoffe, die ſich beim Zertheilen zuſammendrücken, wie z. B. Metalle, ſind zu dieſen Verſuchen nicht brauchbar, da ihr ſpeci-

mir ſcheint wenigſtens die die natürlichere, wo alle Theile möglichſt gleich werden. Dagegen ſcheint Herr Haſſenfratz ſich vorgeſtellt zu haben, die Theilung werde von 100 an, immer durch Schnitte nach einer und der nämlichen Richtung bewirkt; in welchem Falle allerdings für jedes neue 100 von Stücken, die Oberfläche immer um gleich viel, nämlich um 0,4, (bei ihm fälſchlich 0,022,) Quadratdecimetres vermehrt, alſo die Zunahme der Oberflächen gleichförmig ſeyn würde. Allein dann müſsten die Stücke gar lange und ſchmale Rechtecke werden, und ich zweifle ſehr, daſs dieſes die Geſtalt der abgewogenen Glastheile geweſen ſey.

Endlich iſt das ganze Verfahren, welches Herr Haſſenfratz einſchlägt, um ein Geſetz zwiſchen der Flächenzunahme und der Abnahme des ſpecifiſchen Gewichts zu finden, nicht ganz tadelfrei. Er hätte die Oberfläche der Theile berechnen müſſen, deren ſpecifiſches Gewicht er unmittelbar beſtimmt hatte; das würde etwas Sicheres geben. Indem er aber aus den beobachteten ſpecifiſchen Gewichten andere berechnet, trägt er eben dadurch ein willkührliches Interpolationsgeſetz hinein, kann alſo daraus nicht das wahre Geſetz der Abhängigkeit rein und lauter finden. *d. H.*

fiſches Gewicht beim Comprimiren vermehrt wird, und daher die Verminderung des ſpecifiſchen Gewichts, wegen der Menge der Theile, aufhebt.

Da ich mich durch die Verſuche unter der Luftpumpe überzeugt hatte, daſs die Verminderung des ſpecifiſchen Gewichtes, bei dieſen Verſuchen, nicht von der adhärirenden Luftſchicht abhängt; ſo boten ſich mir zwei andere Gründe zur Erklärung dieſer Erſcheinung, als die natürlichſten, wo auch nicht als die einzigen, dar:

1. Die Adhärenz oder die Verwandtſchaft der Flüſſigkeit gegen den Körper, den wir wägen.

2. Der Unterſchied von Verwandtſchaft der kleinſten Theilchen des Körpers unter einander, und gegen die kleinſten Theilchen der Flüſſigkeit, in die der Körper getaucht wird.

Von dem Einfluſſe der erſten Urſache haben wir ſehr viele Beiſpiele. Wird ein Stein von der Höhe eines Gebäudes herabgeworfen, ſo fällt er ſehr ſchnell zu Erde; verwandelt man ihn aber in Staub, ſo fallen zwar die gröſsern Stücke ſchnell, die kleinern aber nur allmählig, und die kleinſten bleiben ſelbſt in der Luft ſchweben und

der Wind führt sie mit sich fort. Dieses hängt ganz allein von seiner Verwandtschaft gegen die Luft ab, welche jetzt grösser ist, als die Kraft, mit welcher er gegen den Boden getrieben wird. *)

Das Wasser, welches an specifischem Gewichte die Luft 824 Mahl übertrifft, schwebt oft in dieser Flüssigkeit. So sind die Nebel aus frei gewordenen Wassertropfen gebildet, welche die Luft durch ihre Verwandtschaft so lange zurückhält, bis ihr Gewicht, durch das Zusammenfliessen mehrerer, zu gross wird. Eben so schwimmt gepulverter Schie-

*) Hier scheint Herr Haſſenfratz über die ihm als Chemiker geläufigen Vorstellungsarten, bekannte Sätze der Physik übersehen zu haben. Die Anziehung der Luft, welche nach der Zertheilung des Körpers stärker wirkt, möchte wohl den Fall nicht wirklich verzögern, geschweige denn, dass sie die einzige Ursache ist, die diese Verzögerung bewirkt. Diese liegt bekanntlich im Widerstande, den die Luft Körpern, die sich in ihr bewegen, leistet, und dieser Widerstand nimmt mit der Oberfläche des Körpers zu, vermindert folglich, bei grösserer Oberfläche, die Geschwindigkeit des Falles stärker. Da die Adhäsion der Lufttheilchen die Oberfläche der sich bewegenden Masse vergrössert, so möchte sie eher als der von Herrn Hassenfratz angegebene Grund in Betracht kommen. *d. H.*

ser, ungeachtet sein specifisches Gewicht 2,85 ist, selbst unter der Luftpumpe, lange über dem Wasser; fein geschlagene und zerriebene Goldblättchen erhalten sich lange in dem sogenannten Goldwasser schwebend; und gepulverte Harze sind, ungeachtet ihres grössern specifischen Gewichtes, doch nur mit Mühe zum Untersinken im Wasser zu bringen.

Alle diese Erfahrungen zeigen, dass die Anziehung des Mittels, in welchem Körper gewogen werden, ihr Gewicht vermindern kann, und dass diese Verminderung in dem Verhältnisse ihrer Theilung zunehmen müsse.

Um mich von der Wahrheit dieses Resultats zu versichern, bestimmte ich das specifische Gewicht des Oehls, einmahl mit einem gewöhnlichen Areometer, der in das Oehl getaucht wird, das andere Mahl durch das Abwägen in einer Flasche mit engem Halse, nach Hombergs Art. Nach jener Bestimmung war das specifische Gewicht 0,9156, nach dieser 0,9183. So wird man, je nachdem die Flüssigkeiten grössere oder geringere Anziehung zum Areometer als zum Wasser haben, bald bei jenem, bald bei diesem Verfahren, ein grösseres specifisches Gewicht für dasselbe Fluidum erhalten. Um in beiden Fällen glei-

che Reſultate in einerlei Flüſſigkeit zu bewirken, müſſen das Areometer und die Flaſche von gleicher Materie, ja, ſelbſt von einerlei Glasart ſeyn, da die Haarröhrchen zeigen, daſs die Anziehung der Flüſſigkeit gegen verſchiedene Glasarten verſchieden iſt.

Was den Unterſchied zwiſchen der Verwandtſchaft der Molecülen des feſten Körpers gegen einander und gegen den flüſſigen Körper betrifft, in welchem er gewogen wird; ſo ſcheint dieſe Verſchiedenheit beſonders dann von Einfluſs zu ſeyn, wenn die Verwandtſchaft der Molecülen des feſten Körpers gegen einander, die Verwandtſchaft derſelben zu der Flüſſigkeit übertrifft. Zerſtückt man einen ſolchen Körper, ſo werden die Molecülen deſſelben von einander entfernt, und dafür die des flüſſigen Körpers ihnen genähert. Dieſe gröſsere oder geringere Annäherung muſs die Verwandtſchaften nothwendig ändern. Bis jetzt fehlen mir noch die nöthigen Erfahrungen hierüber; ich verſchiebe daher dieſe Auseinanderſetzung bis zu der Beendigung der Verſuche, die ich zu dem Ende begonnen habe.

Um mich durch einen directen Verſuch von dem Einfluſſe der Anziehung der Molecülen einer Flüſſigkeit gegen den feſten Körper, welcher

gewogen wird, zu überzeugen, verbesserte ich das Hombergische Areometer dahin, dass ich eine Flasche mit weitem Halse nahm, (Taf. VII, Fig. 2,) deren Oeffnung ich ausschleifen und mit einem Stöpsel von Blei, (Fig. 3,) versehen liess, dessen oberer Rand hervorragte, und der sich leicht aufstecken liess, sich dabei aber nur bis zu einem bestimmten Punkte einsenkte.*) Dieser Stöpsel war in der Mitte durchbohrt und unten etwas ausgehöhlt, damit, wenn er auf die volle Flasche gesetzt würde, keine Luftblase unter ihm blieb; und so stimmte diese Flasche in Absicht des engen Halses mit dem Hombergischen Areometer überein, liess sich dabei aber viel leichter füllen.

In dieser Flasche, die 800 Grammen destillirten Wassers fasste, (und deren Angaben ich dadurch geprüft hatte, dass bei 14mahligem Abwägen von destillirtem Wasser, an einer Wage, die bei $\frac{1}{50}$

*) Ramsden, (*An account of experiments to determine the specific gravities of fluids* etc., by Ramsden, London 1792. 4.,) beschreibt ein solches Gefäss, dessen er sich schon seit 1776 bedient. Eine andere Einrichtung von Herrn Schmeisser, (Voigt's *Magazin für die Naturk.*, B. IX, St. 2, S. 97 u. f.,) ist der hier beschriebenen noch ähnlicher. *d.*

Gramm Ausschlag gab, kein grösserer Unterschied als von $\frac{1}{10}$ Gramm erfolgte,) suchte ich das specifische Gewicht der 2520 Glasstücke, die ich aus einer Glasplatte von einem Quadratdecimeter Fläche und zwei Millimeter Dicke erhalten hatte. Das specifische Gewicht der ganzen Scheibe, im Wasser nach gewöhnlicher Methode gewogen, war 2,4739; das specifische Gewicht der Stücke, eben so bestimmt, 2,3995; hingegen in der Flasche, nach dem Auspumpen der Luft, 2,4807.

Dies ist ein offenbarer Beweis, dass die Verminderung des specifischen Gewichtes, das sich bei Zerstückung der Körper zeigt, von der Anziehung der Flüssigkeit abhängt, in welcher sie gewogen werden. Denn diese Verminderung fand im letztern Falle, wo die Wirkung der Anziehung aufgehoben ist, nicht Statt. Zugleich sieht man, dass das grosse Stück eine Verminderung seines specifischen Gewichts von 0,0068, und mithin eine Gewichtsverminderung von 0,05 Grammen, durch seine Anziehung gegen das Wasser erlitten hatte.

Aus diesen Beobachtungen ziehe ich folgende Schlüsse:

1. Daſs das ſpecifiſche Gewicht der Körper nach dem Verhältniſſe ihres Volums ſich ändert.

2. Daſs dieſe Aenderung gröſstentheils durch die Anziehung des Körpers, welcher gewogen wird, gegen die Flüſſigkeit, in welcher man ihn wägt, bewirkt wird.

3. Daſs indeſs dieſe Aenderung bei dem Gebrauche der oben beſchriebenen Flaſche, (des verbeſſerten Hombergiſchen Areometers,) nicht ſtatt findet, und daſs mithin dieſe Art, das ſpecifiſche Gewicht zu beſtimmen, einen Vorzug vor der gewöhnlichen hat. *A.*

III.

VORSCHLÄGE
zur Vervöllkommnung der Areometer,
von
L. A. von Arnim.

Um die Bemerkungen des Bürgers Haſſenfratz, über die Veränderung des ſpecifiſchen Gewichts durch die Adhärenz, nützen zu können, muſs vorher unterſucht werden: ob dieſer Einfluſs ſich über alle unſre Werkzeuge zur Beſtimmung des ſpecifiſchen Gewichts feſter und flüſſiger Körper erſtreckt? Zugleich führen ſie uns auf eine andere nicht minder wichtige Frage: ob die ſpecifiſche Anziehung der verſchiedenen Materien gegen die atmoſphäriſche Luft, in der wir ihr abſolutes Gewicht beſtimmen, ebenfalls einen veränderlichen Einfluſs auf unſre Wagen hat?

Hr. Haſſenfratz ſagt nicht, ob er mit dem Nicholſonſchen Areometer, oder mit der gewöhnlichen hydroſtatiſchen Wage, oder mit ſeinem eignen Areometer, (ſ. *Annalen*, I. B., 2. St., S. 146,) jene falſchen Reſultate erhalten, denen er nur durch die Hombergiſche Methode auswich. Genug, alle drei Methoden ſind augenſcheinlich dem Fehler unterworfen, daſs die Anziehung der

Flüssigkeit den Druck der Körper auf das Fluidum, und dadurch die Anzeige des specifischen Gewichts vermindert; und bedürfen deshalb einer Correctionstafel, deren Entwerfung nicht wenig schwierig seyn möchte. Doch läßt sich dieser Störung bei den Nicholsonschen Areometern vielleicht durch eine sehr einfache Aenderung ausweichen.

In allen den Fällen, wo irgend eine specifische Anziehung der allgemeinen Anziehung entgegen wirkt, wird diese nur in einer gewissen Rücksicht, keinesweges aber überhaupt aufgehoben. So hört das Eisen, welches der Magnet trägt, nicht auf, schwer zu seyn; nur drückt es jetzt nicht mehr gegen den Körper, der darunter liegt. Es hat nun mit dem Magnete einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt; und wer diesen unterstützt, trägt eben so viel, als wenn beide durch keine specifische Anziehung vereinigt wären. So wird auch der Theil der Schwere der Körper, welcher durch ihre Adhäsion mit dem Wasser für das Areometer verloren geht, nicht aufgehoben, sondern er wirkt bei der Schwere des Ganzen mit, und läßt sich daher in Rechnung bringen, wenn man auf die Schwere des Wassers, worin der Körper liegt, gehörig sieht. Dazu würde ich nun ein cylindri-

sches Gefäss, (Taf. VII, Fig. 6,) statt des konischen bei den gewöhnlichen Nicholsonschen Areometern vorschlagen. In dieses legt man die Körper, nachdem man ihr absolutes Gewicht erforscht hat, und schliesst dann das Gefäss durch den spitzen, mit einer Schraube versehenen Deckel *B*, der in seiner Spitze bei *c* eine kleine Oeffnung hat, um dem Wasser freien Zutritt in das Gefäss zu gestatten, ohne dass Luft darin bleibt. So trägt das Areometer den durch Adhärenz erleichterten Körper und auch das dadurch gleich viel erschwerte Wasser, und man erhält das gehörige specifische Gewicht.

Aber auch das Fahrenheit-Schmidtsche allgemeine Areometer scheint mir Bestimmungen zu geben, die von dem erwähnten Fehler frei sind. Da dieses in Flüssigkeiten jeder Art, welche die verschiedenste Anziehung gegen Glas haben, getaucht wird, so sollte man zwar das Gegentheil vermuthen; da aber diese Anziehung ringsum gleich stark wirkt, so scheint sie den Stand des Werkzeugs in der Flüssigkeit, worauf dabei alles ankommt, nicht zu ändern, sondern nur einen Widerstand bei der Veränderung dieses Standes, durch aufgelegte Gewichte, hervorzubringen. Aber dieser Widerstand kann nur sehr geringe seyn, da Alle, die dieses Werkzeug kennen, die

Empfindlichkeit desselben, und die Genauigkeit bewundern, mit welcher es Unterschiede von Tausendtheilen des specifischen Gewichts angiebt. *) Ja, diese grosse Empfindlichkeit ist selbst das Haupthinderniss beim Gebrauche des Instruments, welches deshalb einen grossen Vorrath von kleinen sehr genauen Gewichten erfordert.

Um dieses Vorraths und des Zeitverlustes, den das Abwägen mit so kleinen Gewichten veranlasst, entübrigt zu seyn, möchte ich eine Veränderung des allgemeinen Areometers, wie sie Figur 7 darstellt, vorschlagen. In dieser Figur ist Alles wie bei dem allgemeinen Areometer, bis auf die beiden Glasröhren *ab* und *αβ*, zwischen welchen Scalen liegen. Denn ob der hohle Theil *A* einer Birne oder einer Kugel gleicht, ist unwesentlich. Jene beiden Röhren *ab* und *αβ* sind dazu bestimmt, dass Quecksilber und destillirtes Wasser, (welche die Stelle der Gewichte vertreten,) hinein gegossen werde. Damit gleiche Gewichte in ihnen gleiche Längen einnehmen, müssen sie durchgehends gleich weit seyn, und gerade so wie Barometerröhren geprüft werden. Die, welche für das Quecksilber bestimmt ist, wird nur wenig entfernt von der Achse des In-

*) Siehe Lichtenberg's *Anmerkungen zu Erxleben's Naturlehre*. Sechste Auflage, §. 472, S. 410.

strumentes angeschmolzen. Die Scale wird in gleiche Theile getheilt, nachdem man durch einen Versuch gefunden hat, welche Länge einem bestimmten Gewichte Quecksilber in der Röhre zukommt. Das Gewicht der Flüssigkeit, die das Areometer aus der Stelle drückt, ist dann gleich dem Gewichte des Instruments, addirt zu dem eingegossenen Gewichte. Richtet man daher das Instrument so ein, daſs es etwa 7000 Theilchen wiegt, und, um in destillirtem Waſser bis an die bestimmte Stelle sich einzutauchen, noch mit 3000 solcher Gewichtstheilchen beschwert werden muſs; so zeigt die Veränderung jedes solchen Gewichtstheilchens die Veränderung von 0,0001 im specifischen Gewichte an. Durch die Quecksilbersäule bestimmt man Zehntheile und Hunderttheile, durch die Waſſersäule Tausend- und Zehntausendtheile des specifischen Gewichts. Dieses Areometer könnte auſser der gröſsern Bequemlichkeit und der gröſsern Genauigkeit vielleicht noch einen andern Vorzug haben, indem es die Veränderungen des specifischen Gewichts, welche durch die Abweichungen von dem angenommenen mittlern Wärmegrade entstehen, durch Ausdehnung oder Zusammenziehung des Quecksilber- und Waſſergewichts compensirte. Diese Compensation ist freilich nicht pünktlich, aber

leider ist sie für andere Areometer, wegen der vielen nöthigen Beobachtungen, gar nicht in Rechnung zu bringen. Bei diesen Vorzügen hat ein solches Areometer jedoch den Nachtheil, daſs es nicht nur oben, sondern auch nach unten, (um hierher den Schwerpunkt zu bringen,) verlängert werden muſs; und diese Verlängerung macht es zerbrechlicher und auf Reisen weniger brauchbar. Diesem lieſse sich jedoch dadurch abhelfen, daſs man, wie in Fig. 8, die beiden Röhren *ab* und *αβ*, in das hohle, vorhin kugelförmige, jetzt cylindrische, Gefäſs *mnop* einsenkte, da dann das Instrument nur wenig länger zu werden brauchte.

Wer die Bestimmung von Zehntausendtheilen des specifischen Gewichts dem Schmidtschen Areometer noch hinzufügen will, kann, (nach Anleitung der 9ten Figur,) an den Teller *ab* für die Auflegegewichte, die mit einer Scale versehene Glasröhre *αβ* anschmelzen, welche durch das eingegossene destillirte Wasser diese feinern Abweichungen angiebt.

Hier noch einige andere Areometervorschläge.

Alle Areometer, die ich kenne, sind nur für Flüssigkeiten brauchbar, die wir in hinlänglicher Menge besitzen, um einen hohen Becher damit zu fullen. Aber wie oft kommen uns nicht ge-

ringere Mengen von Flüssigkeiten vor! und für sie mangelt noch ein Mikro-Areometer, das kleine Mengen ohne grosse Fehler messen könnte. Dazu ist das Werkzeug bestimmt, welches ich in Figur 10 vorgestellt habe. *A* ist eine hohle Glaskugel, an welche eine kleinere mit Schrot oder Queckfilber gefüllte Kugel angeschmolzen ist. Die Glasröhre ist doppelt und mit einer Scale versehen, hat entweder bei *a* einen Boden oder geht auch durch die Kugel *A* durch. Oben ist sie offen und von innen bei *dd* mit einem Ringe von gefärbtem Glase versehen. Bis zu diesem Ringe wird die Röhre mit der zu untersuchenden Flüssigkeit gefüllt und das Areometer in destillirtes Wasser gesetzt, so zeigt die Scale *ab*, durch tieferes oder geringeres Einsinken, das specifische Gewicht der Flüssigkeit an; denn bei gleichem Volumen verhalten sich bekanntlich die Dichtigkeiten oder specifischen Gewichte zweier Körper gegen einander, wie ihre absoluten Gewichte. Bei meinem Instrumente haben aber die Flüssigkeiten, welche untersucht werden, gleiche Volumina, indem sie alle die Röhren bis zu dem bunten Glasringe ausfüllen, und nach ihrem absoluten Gewichte richtet sich die grössere oder geringere Menge von Wasser, welche das Werkzeug aus der Stelle

treibt, mithin auch das geringere oder stärkere Einsinken des Glascylinders *ab*. Ist diese in seiner ganzen Länge von gleichem Durchmesser, so wird, bei gleichen Gewichtszunahmen, auch die Gröſse des eingetauchten Stücks gleichmäſsig zunehmen, daher denn die Scale der Glasröhre in ihrer ganzen Länge in gleiche Theile einzutheilen ist. Diese gleichen Theile bestimme ich auf folgende Art. Ich beobachte den Stand des Instruments, wenn es mit Naphtha, Wasser und Schwefelsäure, also mit der leichtesten, der schwersten, und der Flüssigkeit, auf welche alle übrige specifische Gewichte, als Einheit, bezogen werden, gefüllt ist, und theile den Raum dazwischen in die bekannten Zehntheile und Hunderttheile ein. Die Tausendtheile können zwar nicht auf der Scale angezeigt, aber doch ungefähr geschätzt werden.

Ein anderes Instrument, welches im praktischen Gebrauche die Stelle eines Areometers, vielleicht auch eines sogenannten Bertholimeters vertreten kann, ist in Fig. 11 vorgestellt. In der Anwendung sucht man das specifische Gewicht der Stoffe gewöhnlich nur zu wissen, um darnach den Grad ihrer Reinheit oder ihre Vermischung mit einem fremdartigen Stoffe beurtheilen zu können. Dazu gebraucht man Alkoholometer,

Soolwagen u. s. w. Das Werkzeug Fig. 11 besteht aus einem Haarröhrchen *abcd*, aus starkem Glase verfertigt, welches unten gekrümmt ist, und sich in den hohlen Glaskegel *eaf* endigt. In diesen wird die Flüssigkeit bis *gg* gegossen und durch Saugen schnell empor gehoben; dann fällt sie bis zu dem Punkte, wo die specifische Anziehung zwischen ihr und dem Glase sie aufhält. Sind nun einige Flüssigkeiten, wie z. B. Alkohol, Naphtha u. s. w. mit einer Flüssigkeit, dem Wasser, gemengt, so giebt das nach Verschiedenheit der Mischung eine sehr verschiedene Anziehung zu dem Glase. Man wird daher ihre Reinheit mit ziemlicher Genauigkeit aus ihrem Stande in den Haarröhrchen beurtheilen können. Zu einer Entwerfung der Scale werden freilich wiederholte Versuche erfordert, da der Stand gar nicht in gleichem Verhältnisse mit dem specifischen Gewichte, sondern in ganz eignen Progressionen zunimmt. Feuchtigkeit und Wärme haben auf den Stand der Flüssigkeit, nach Musschenbroeks Versuchen über Haarröhrchen, keinen, der Barometerstand wenig Einfluss. *)

*) Musschenbroekii *Diss. phys. et geomet.*, Viennae 1756, *de tubis capillaribus*, pag. 8, 53 u. s. w.

Ich komme nun zur zweiten Frage: ob die verſchiedene Anziehung der Körper gegen die Luft, nicht auch einen veränderlichen Einfluſs auf die Beſtimmung des abſoluten Gewichts vermittelſt unſrer Wagen hat. So geringe dieſer Einfluſs auch nur ſeyn kann, ſo ſcheint er doch ſchon von Herrn Profeſſor Schmidt in Gieſsen an einer Wage von vorzüglicher Einrichtung, und bei ſehr ſorgfältig angeſtellten Verſuchen wahrgenommen zu ſeyn. (S. Schmidt's *phyſiſch-mathematiſche Abhandlungen*, Gieſsen 1793, I, S. 214.) Herr Prof. Schmidt wog erſt Papier und Mandelöhl, getrennt, auf dieſer Wage. Dann beſtrich er das Papier mit dem Mandelöhle, und fand das Ganze nachher 1½ Richtpfennig leichter. Er glaubte nun zwar, die Urſache davon ſey, weil Anziehung der Luft den Körper, der in derſelben gewogen wird, ſchwerer mache, und Oehl geringere Anziehung gegen Luft als Papier hätte; beide Vorausſetzungen ſcheinen mir aber nicht ganz zuläſſig zu ſeyn. Die Luft drückt ringsum gleich ſtark auf den zu wägenden Körper, und die Anziehung der Luft kann den Körper nicht ſchwer, wohl aber ihn leichter machen, indem ſie ihn, ſo zu ſagen, an die umgebende Luft, in der er gewogen wird, feſſelt. Hätte nun Oehl weniger Anziehung gegen die Luft als Papier,

so würde das Ganze nach dem Bestreichen schwerer geworden seyn, welchem doch die Erfahrung widersprach. Jene Annahme der grössern Anziehung des Papiers, ist nicht bloss aus dieser Ursache unzulässig, sondern ihr widerspricht auch die gemeine Erfahrung, dass Oehl bei mittlerer Temperatur sich schon mit dem Sauerstoffe der Atmosphäre verbindet, und so verdirbt, Papier hingegen einer sehr erhöheten Temperatur dazu bedarf.

Mit diesen Schmidtschen Erfahrungen haben auch die Beobachtungen des Herrn Eimbke, (Gren's *Journal der Physik*, Band VII, S. 31,) über den Gewichtsverlust glühender Körper, Aehnlichkeit. Sie sind indess aus einer andern Ursache, nämlich aus der Vermehrung des Volums der Körper, ohne Vermehrung der Masse, zu erklären, wobei sie mehr Luft aus der Stelle drückten, also mehr am Gewichte verloren. So leicht man diesen Erfolg auch vorhersehen konnte, so sind sie doch deswegen besonders interessant, weil Musschenbroek *) und Andere, aus dieser nicht erfolgten Gewichtsverminderung in

*) Musschenbroek *Essay de Physique.* à Leyde 1739, I, p. 471, §. 956.

ihren Versuchen, die Schwere des Wärmestoffs erschlossen haben.

ANMERKUNG
zum vorhergehenden Auffsatze des Bürgers Hassenfratz.

Ohne Herrn Hassenfratz nur entfernt einer unrechtmäſsigen Benutzung eines fremden Eigenthums beschuldigen zu wollen, kann ich doch nicht unterlassen, für den thätigen Hauskbée die Ehre der *ersten* Erfindung des Einflusses der specifischen Anziehung der Flüssigkeiten auf den Körper, der darin gewogen wird, zurückzufordern. Er erzählt, (*Experiences physico-méchaniques sur différens sujets, par* Hauskbée, *à Paris* 1754, T. I, p. 14 — 19,) daſs er einen Quadratzoll dickes Kupferblech, und dünnes Kupferblech von gleichem absoluten Gewichte, dessen Oberfläche sich zu jenem verhielt, wie 1:225, im Wasser gewogen, und am dünnen Bleche zwei Gran Verlust mehr wahrgenommen habe. Eben so zerstieſs er Krystallglas, nahm gleiche Gewichte von diesem und von dem nicht zerstückten Glase, und fand wiederum eine

grösſere Gewichtsverminderung des erſtern im Waſſer. Dieſes erklärt er daher, weil die feinern Glastheile im Waſſer ſchwimmen, ohne auf die Schale der Wage zu drücken. Endlich ſagt er, (pag. 17:) *Ce Phénomène doit être attribué à la même cauſe, qui ſoutient les liqueurs dans les tuyaux capillaires, c'eſt-à-dire, à l'attraction.* So richtig erklärte er ſchon dieſes Phänomen, und doch hat man es bisher ſo ganz überſehen.

A.

IV.

Specifische Gewichte einiger im Wasser auflöslichen Stoffe, bestimmt

vom

Bürger Hassenfratz. *)

Herr Hassenfratz bediente sich bei diesen Untersuchungen des Fläschchens aus Krystallglas, welches im zweiten Aufsatze dieses Stücks der Annalen, S. 409, als ein verbessertes Hombergsches Areometer beschrieben wird. Statt des Wassers, worin die Stoffe sich aufgelöst hätten, füllte er es mit Quecksilber, dessen specifisches Gewicht 13,561 betrug. Die Flasche wog leer 262, voll Quecksilber 2018 Grammen, und hielt daher 0,01288 Litres. Bei zehn wiederholten Abwägungen der vollen Flasche, fand sich nur ein Unterschied von 0,105 Grammen. Zuerst wurde der Stoff in der leeren Flasche gewogen, wodurch sich das absolute Gewicht desselben bestimmte. Darauf füllte Herr Hassenfratz die Flasche vollends mit Quecksilber, brachte sie unter die Luftpumpe, um von dem Körper die an-

*) *Annales de Chimie,* No. 82, An. 7. *Seconde suite du premier Mémoire de l'Aréometrie.*

hängende Luft zu sondern, und wog so die Flasche, da dann dieses Gewicht, abgezogen von 2018 Grammen, und dazu gefügt das absolute Gewicht des Stoffs, das Gewicht einer Quecksilbermasse von gleichem Volumen mit dem Körper gab. Bezeichnet man diese mit q, und das absolute Gewicht des Stoffs mit p, so ist das specifische Gewicht dieses Stoffs $\frac{p}{q} \cdot 13,561$. Auf diese Art sind die specifischen Gewichte von folgenden 103 Stoffen mit der grössten Sorgfalt bestimmt worden:

Säuren.		Specifisches Gewicht.		Mittleres spec. Gewicht.
Arsenikſäure,	— —	2,420	—	2,420
Boraxſäure,	ſublimirt	0,8707 / 0,755	—	0,8129
	zerfloſſen (*fondu*)	1,803	—	1,803
	des Kryſtalliſationswaſſers beraubt (*effleuri*)	0,498	—	0,498
Weinſteinſäure,		1,5962	—	1,5962
Phosphorſäure,		2,8516	—	2,8516
Kampherſäure,		0,770	—	0,770
Benzoeſäure,		0,667	—	0,667
Milchzuckerſäure,		0,551 / 0,739	—	0,645

		Specifisches Gewicht.		Mittleres spec. Gewicht.
Alkalien.				
Gewächsalkali,		1,856 1,561	—	1,7085
Mineralalkali,		1,336	—	1,336
Erden.				
Kalkerde,		1,5949 1,4558	—	1,5253
Thonerde,		0,820	—	0,820
Talkerde,		0,346	—	0,346
Schwererde,	kalcinirt	2,374	—	2,374
	kryſtalliſirt	1,465	—	1,465
Strontionerde,	kalcinirt	1,647	—	1,647
	kryſtalliſirt	1,460	—	1,460
Salze.				
Ueberschüſſig-ſchwefelſaures Kali, (*Sulfate acidule de potaſſe,*)	zerfloſſen	2,0481	—	2,0481
	kryſtalliſirt	1,5854	—	1,5854
Schwefelſaures Kali, völlig geſättigt,		2,5156 2,299	—	2,4073
Schwefelſaures Natron,		1,5345 1,357	—	1,4457
Schwefelſaures Ammoniak,		1,7676	—	1,7676
Schwefelſaure Kalkerde,		2,1895	—	2,1895
Schwefelſaure Thonerde,	in Oktaëdern	1,7054 1,7165	—	1,7109
	in Kuben	2,2193	—	2,2193
Schwefelſaure Talkerde,		1,6603	—	1,6603

		Specifisches Gewicht.		Mittleres spe Gewicht.
Essigsaure Thonerde,		1,245	—	1,245
Essigsaure Schwererde,		1,828	—	1,828
Essigsaures Blei,		2,345	—	2,345
Essigsaures Kupfer,		1,779	—	1,779
Essigsaures Eisen,		1,368	—	1,368
Phosphorsaures Kali, (ausgetrocknet,)		2,8516	—	2,8516
Phosphorsaures Natron,		1,333	—	1,333
Phosphorsaures Ammoniak,		1,8051	—	1,8051
Phosphorsaures ammoniakalisches Natron,		1,509	—	1,509
Phosphorsaure Talkerde,		1,5489	—	1,5489
Phosphorsaure Schwererde,		1,2867	—	1,2867
Phosphorsaures Kupfer,		1,4158	—	1,4158
Phosphorsaures Quecksilber,		4,9849	—	4,9849
Gephosphorte Kalkerde, (*Phosphure de chaux*,)		0,9835	—	0,9835
Boraxsaures Natron,	wie es im Handel vorkommt,	1,723	—	1,723
	gesättigt	1,351	—	1,351
Boraxsaure Kalkerde,		0,7007	—	0,7007
Boraxsaure Kalkerde und Talkerde,		0,9913	—	0,9913
Boraxsaures Quecksilber,		2,266	—	2,266
Kohlensaures Kali,		2,012	—	2,012
Kohlensaures Natron	derb	1,2242 1,494	—	1,3591
	krystallisirt	1,7377	—	1,7377

	Specifisches Gewicht.		Mittleres spec. Gewicht.
Kohlensaures Ammoniak,	{1,055 / 0,877}	—	0,966
Kohlensaure Talkerde, gepulvert,	{0,2733 / 0,315}	—	0,2941
Kohlensaure Thonerde,	1,118	—	1,118
Wolframsaures Ammoniak,	1,938	—	1,938
Blausaures Queckfilber,	2,7612	—	2,7612
Arsenikalisch-saures Kali,	2,155	—	2,155
Kampher,	0,9968	—	0,9968
Zucker, gewöhnlicher,	{1,4845 / 1,3325}	—	1,4085

Die Exemplare, nach welchen Herr Hassenfratz die specifischen Schweren bestimmt hat, sind insgesammt von Bouillon Lagrange für die chemischen Vorlesungen Guyton's und Fourcroy's in der *Ecole Polytechnique*, mit großer Sorgfalt bereitet worden, daher man sich auf ihre möglichste Reinheit verlassen kann. Noch war man mit der Präparation mehrerer für diese Schule beschäftigt, und ihr specifisches Gewicht verspricht Herr Hassenfratz in der Folge nachzutragen.

Die Ersten, die specifische Gewichte von Stoffen, die im Wasser auflöslich sind, bestimmten, waren Neuton, in seiner *Optik*, und Musschenbroek, in seiner *Introd. in*

Philos. naturalem. Ersterer beschreibt die Methode nicht, die er einschlug; Letzterer wog jene Stoffe in frischem Terpenthinöhle ab, und seinen Angaben folgt Brisson, der bei der Wiederholung dieser Versuche Schwierigkeiten fand. Auch in Kirwan's *Mineralogie*, und in mehrern seiner Abhandlungen über die Zusammensetzung und das specifische Gewicht verschiedener Salze, die im *Journal de Physique*, A. 1784, übersetzt sind, kommen neue Bestimmungen des specifischen Gewichts von Erden und Salzen, die sich im Wasser auflösen, vor. Kirwan bediente sich dabei einer eisernen Büchse, durch die ein Loch ging, in welcher er jene Stoffe stark zusammenpreßte; so wog er sie erst in der Luft und dann in Alkohol ab. Folgende Tabelle dient zur Vergleichung dieser verschiedenen Angaben mit denen des Herrn Hassenfratz.

	Specifisches Gewicht nach Newton.	Musschenbroek.	Kirwan.	Hassenfratz.
Gewächsalkali, rein	—	—	4,6215	1,7085
Kalkerde —	—	2,3700	2,3908	1,5233
Talkerde —	—	—	2,3298	0,3460
Thonerde —	—	—	2,0000	0,8200
Schwererde —	—	—	4,0000	2,3740
Schwefelsaures Kali	—	2,3980	2,6360	2,4073
Schwefelsaures Ammoniak —	—	1,4063	—	1,7676
Schwefelsaure Thonerde —	1,714	1,7260	—	1,7109
Schwefelsaurer Zink	1,712	1,9000	—	1,9120
Schwefelsaures Eisen	—	1,8800	—	1,8399
Schwefelsaures Kupfer — —	—	—	2,2300	2,1943
Salpetersaures Kali	1,900	1,901	1,9330	1,9369
Salpetersaures Natron —	—	1,8694	—	2,0964
Salzsaures Kali —	—	1,8365	—	1,9367
Salzsaures Natron	2,143	2,0835	—	2,2001
Essigsaures Blei —	—	2,3953	—	2,3450
Ueberflüssig-weinsteinsaures Kali	—	1,8745	—	1,9153
Boraxsäure —	—	1,4797	—	1,8030
Borax, gewöhnlicher	1,714	1,7170	—	1,7230
Kohlensaures Kali, nicht gesättigt —	—	2,749	—	2,0120
Kohlensaures Natron	—	—	1,4210	1,3591
Kohlensaures Ammoniak —	—	1,5026	1,8245	0,9660
Kampher —	0,996	—	—	0,9968
Arabisches Gummi	1,375	—	—	—

Neuton's Angaben stimmen, wie man hieraus sieht, mit denen des Herrn Hassenfratz aufs beste zusammen; den einzigen schwefelsauren Zink, (*Danziger Vitriol*,) ausgenommen, bei welchem die Abweichung vielleicht daher kommt, dass Neuton's Exemplar nicht völlig krystallisirt war. Die grossen Abweichungen in Musschenbroeks Bestimmungen des specifischen Gewichts der Kalkerde, des nicht gesättigten kohlensauren Kali's und des kohlensauren Ammoniaks von seinen, glaubt Herr Hassenfratz sich aus der Verwandtschaft der Alkalien zum Terpenthinöhle erklären zu können, so wie die ausnehmende Verschiedenheit in einigen von Kirwan's Angaben, aus dem Zusammenpressen der Stoffe in der eisernen Büchse, in der sie Kirwan untersuchte. *)

* * *

*) Es ist wohl schwerlich nöthig, dass wir hierbei zu so gezwungenen und kaum begreiflichen Erklärungen unsre Zuflucht nehmen. Die so grossen Unterschiede in den meisten Angaben erklären sich viel leichter daraus, dass Herr Hassenfratz durch Kunst bereitete Stoffe, in ihrer grössten Reinheit abwog, indess Mus-

schenbroek und Kirwan ungeläuterte Stoffe, wie sie die Natur giebt, oder wie sie im Handel vorkommen, untersuchten; so zum Beispiel Musschenbroek gewöhnlichen gebrannten Kalk, der aber neben der Kalkerde noch andere Stoffe enthält, und vielleicht, nach dem Antheile von Feuchtigkeit, den er in sich gezogen hat, einer eben so grossen Verschiedenheit im specifischen Gewichte unterworfen ist, als der dichte Kalkstein, dessen specifische Schwere nach Kirwan von 1,3864 bis 2,72 variirt. In der zweiten Ausgabe von Kirwan's Mineralogie finde ich das specifische Gewicht der reinen einfachen Erden nirgends bestimmt, überall nur specifische Gewichte von Mineralien, wie sie die Natur giebt.

d. H.

V.

BEMERKUNGEN über *das eigenthümliche Gesetz, wonach erkaltendes Wasser nahe beim Frostpunkte seine Dichtigkeit ändert, und über die auffallenden Wirkungen dieses Gesetzes in der Oekonomie der Natur, sammt Vermuthungen über die Endursache der Salzigkeit des Meers,*

vom
Herrn Grafen RUMFORD
in London. *)

1. Alle Körper sind einer immer zunehmenden Verdichtung durch die Kälte unterworfen; *nur das Wasser macht hiervon eine Ausnahme.* — 2. Wunderbare Wirkungen, die in der Natur aus dem besondern Gesetze entspringen, wonach sich das Wasser verdichtet. — 3. Dieses Gesetz findet man nicht bei der Verdichtung des Salzwassers. — Endursache der Salzigkeit der See. Der Ocean ist wahrscheinlich vom Schöpfer bestimmt, die Wärme auf eine mehr gleichförmige Art in der Luft zu vertheilen. Dieser Absicht entspräche er nicht, wäre sein Wasser süss. — 4. Endursache der Süssigkeit der stehenden Gewässer und der ins feste Land eintretenden Seen in den Ländern unter höhern Breiten.

*) Das dritte Kapitel seines *Essay VII über die Fortpflanzung der Wärme in Flüssigkeiten* u. s. w., und in so fern Fortsetzung von Stück III, Nr. V.

1.

Die unmittelbare Urſache der Bewegung, die beim Wechſel der Temperatur in flüſſigen Körpern entſteht, liegt, wie wir geſehen haben, in der Veränderung des ſpecifiſchen Gewichts der einzelnen Theilchen, welche entweder wärmer oder kälter als die übrige Maſſe werden. Da nun bei einem gegebenen Wechſel der Temperatur, in einigen Flüſſigkeiten das ſpecifiſche Gewicht ſich mehr als in andern verändert; ſo muſs ſchon dieſer Umſtand, (unabhängig von ihrer mehr oder minder vollkommenen Fluidität,) in der leitenden Kraft der flüſſigen Körper einen merklichen Unterſchied bewirken. Je mehr eine Flüſſigkeit bei einem gegebenen Wechſel der Temperatur ausgedehnt wird, deſto ſchneller müſſen die zuerſt erwärmten Theile darin aufſteigen; und da ſogleich wieder kältere Theile in ihre Stellen treten, die eben ſo erwärmt werden, ſo theilt ein heiſſer Körper ſeine Wärme derſelben natürlich ſehr ſchnell mit. Aendert ſich dagegen bei einem gegebenen Wechſel der Temperatur das ſpecifiſche Gewicht einer Flüſſigkeit nur wenig, ſo iſt die innere Bewegung derſelben nur geringe, und die Wärme theilt ſich ihr nur langſam mit.

Obgleich die Ausdehnung des Waſſers durch die Wärme in einer, die Blutwärme überſteigen-

2.

Beim Wechsel der Jahreszeiten, der auf der bewundernswürdig einfachen Vorrichtung beruht, daſs die Erdachse gegen die Sonnenbahn geneigt ist, würde, wie ich nachher zeigen werde, diese bloſs mechanische Veranstaltung nicht hinreichen, die wirklich existirende und für die Erhaltung des thierischen und vegetabilischen Lebens sehr unentbehrliche, stufenweise Veränderung der Temperatur, in den verschiedenen Klimaten zu bewirken, und diese innerhalb bestimmter Grenzen zu erhalten.

Bei der so groſsen Ungleichheit der Tage in Ländern, die nach den Polen zu liegen, war, (sollten anders diese Gegenden bewohnbar werden und eine Vegetation erhalten,) eine besondere Einrichtung nöthig, um eine gleiche Vertheilung der Wärme zu bewirken und die Extreme in den beiden entgegengesetzten Jahreszeiten zu mildern. Wir wollen sehen, in wie fern das *Wasser* und das bei seiner Verdichtung durch die Kälte obwaltende, merkwürdige Gesetz hierzu mitwirken.

Der weite Umfang des Oceans, seine groſse Tiefe, und noch mehr, seine unzähligen Ströme, und die Fähigkeit des Wassers, eine sehr beträchtliche Menge von Wärme in sich aufzunehmen,

machen das Meer vorzüglich geſchickt, die Wärme auf eine gleichförmigere Weiſe zu vertheilen.

So bald die Sonne, nach Erreichung ihrer gröſsten Höhe, ihre Rückkehr beginnt, ſtürmen aus den Regionen des ewigen Froſtes die kalten Winde herein, die beſtändig gegen den Aequator hinſtreben. Denn zugleich mit der Länge der Tage nimmt in den höhern Breiten die Kraft der Sonne ſehr ſchnell ab, die Oberfläche der Erde und die Luft zu erwärmen, ſo daſs die Spannkraft der Luft dort bald zu ſchwach wird, um die dichtere Luft, die von den Polen her drückt, zurückzuhalten. Die Kälte ſtellt ſich mithin dort plötzlich ein. Doch werden die ſchnellen Fortſchritte des Winters anfangs dadurch gehemmt, daſs die Erde, und noch mehr das Waſſer, die Wärme, die ſie während der langen Sommertage verſchluckt haben, der kalten Luft mittheilen, ſie erwärmen, und dadurch die Gewalt, mit der die Luft andringt, und ihre ſchneidende Kälte vermindern.

Iſt die aufgeſammelte Wärme des Sommers erſchöpft, ſo nehmen alle feſte und flüſſige Körper die Temperatur des gefrierenden Waſſers an, und in dieſem Zuſtande wächſt die Kälte der Atmoſphäre ſehr ſchnell. Doch würde ſie noch höher ſteigen, wenn nicht eine ſo groſse Menge

von Wärme in die Luft übergiège, indem sich die wäſsrigen Dünſte verdichten und frieren, um als Schnee herabzufallen, und noch mehr, indem ſich das Waſſer in Flüſſen, Seen und im Erdboden in Eis verwandelt. In ſehr kalten Gegenden frieren Boden, Seen und Flüſſe häufig ſchon im Anfange des Winters zu, und werden mit Schnee bedeckt. Die Kälte wird dann ſogleich ſehr heftig, und nun ſcheint keine Quelle der Wärme übrig zu ſeyn, die ſie in einem merklichen Grade zu mildern vermöchte.

Wäre hierbei die Vorſehung nicht auf eine bewundernswürdige Weiſe ins Mittel getreten; wäre, ſo zu ſagen, alles ſeinem natürlichen Laufe überlaſſen worden; und befolgte nicht die Verdichtung des Waſſers beim Erkalten das wunderbare Geſetz, welches wir in keiner andern Flüſſigkeit, ſelbſt nicht im Salzwaſſer, wiederfinden: ſo hätte innerhalb der Polarkreiſe, ganz unvermeidlich in einem einzigen Winter, alles ſüſse Waſſer zu einer ſehr groſsen Tiefe gefrieren und Pflanzen und Bäume hätten verderben müſſen. Ja, es iſt mehr als wahrſcheinlich, daſs die Gegenden des ewigen Froſtes, rings um die Pole herum, ſich würden erweitert, und ihre todte grauſenvolle Herrſchaft über einen groſsen Theil der frucht-

barſten

barsten und jetzt am stärksten bewohnten Länder der Erde verbreitet haben.

Das Mittel ist sehr einfach, wodurch die Erde gegen diese Verheerung geschützt wird. Da alle lebende Wesen ohne liquides, fliessendes Wasser nicht ihre Nahrung erhalten, noch leben können; so war es nothwendig, eine grosse Quantität desselben, sowohl im Winter als Sommer, in diesem Zustande zu erhalten. Es musste daher eine Einrichtung getroffen werden, die gänzliche Verwandlung desselben in Eis zu verhindern, die sonst in den kalten Klimaten, wo mehrere Monate hindurch die Temperatur unter dem Gefrierpunkte ist, unvermeidlich erfolgt wäre und alles Leben vernichtet hätte. Und diese Einrichtung, um so viel Wasser, als die Erhaltung des thierischen und vegetabilischen Lebens erfordert, im liquiden Zustande zu erhalten, beruht auf einem Mittel, wodurch es verhindert wird, seine Wärme der kältern Atmosphäre mitzutheilen.

Diese Mittheilung der Wärme geschieht, wie ich bewiesen habe, allein durch die innerliche Bewegung im Wasser: je heftiger diese ist, desto schneller geht sie vor sich, und diese Bewegung richtet sich wieder nach der Grösse der Veränderung, welche ein gegebener Wechsel der Temperatur in der specifischen Schwere des Fluidi

bewirkt. Sie iſt daher bei Temperaturen unterhalb der mittlern Temperatur der Luft nur ſehr geringe, und vollends unbedeutend, wenn die Temperatur des Waſſers ſich dem Gefrierpunkte nähert, weshalb das Waſſer im Gefrieren ſich nur ſehr langſam von ſeiner Wärme trennt.

Aber auſser dieſem iſt noch ein anderer in ſeinen Folgen bewundernswürdiger Umſtand zu bemerken. Wenn das Waſſer bis zum achten oder neunten Grade über dem Gefrierpunkte erkaltet, ſo hört es nicht allein auf, ferner verdichtet zu werden, ſondern es dehnt ſich im Gegentheile bei der fernern Abnahme ſeiner Wärme aus; und zwar nicht bloſs ſo lange es noch liquid bleibt, ſondern ſelbſt indem es in Eis verwandelt wird; weshalb auch das Eis in dem nicht gefrornen Fluido ſchwimmt. Und dieſe ſonderbare Einrichtung iſt es vornehmlich, welche das Gefrieren des Waſſers, das der kältern Atmoſphäre ausgeſetzt iſt, verzögert.

Es iſt bekannt, daſs keine Mittheilung der Wärme zwiſchen zwei Körpern ſtatt findet, ſo lange ſie beide eine gleiche Temperatur haben und keine chemiſche Vereinigung eingehen, und daſs die Strebſamkeit der Wärme, aus einem warmen Körper in einen kalten, mit dem er in Berührung iſt, überzugehen, ſich nach der grö-

ſsern oder geringern Verſchiedenheit ihrer Temperaturen richtet.

Angenommen nun, daſs eine Maſſe ſehr kalter Luft auf der ſtillen Oberfläche eines groſsen Sees ruhe, deſſen ſüſses Waſſer die Temperatur von 55° nach Fahrenheit habe. Während die oberſten Waſſertheilchen ihre Wärme der kalten, ſie berührenden Luft zum Theil abtreten, und mithin ſpecifiſch ſchwerer werden, als die wärmern Theilchen, über welchen ſie ſtehen; ſo müſſen ſie natürlich ſinken. Statt ihrer ſteigen die wärmern zur Oberfläche herauf, ſetzen dort gleichfalls einen Theil ihrer Wärme ab, und ſinken darauf ebenfalls; und auf dieſe Weiſe bleibt die ganze Maſſe des Waſſers in Bewegung, ſo lange der Prozeſs des Erkaltens währt. Warum aber die Waſſertheilchen an der Oberfläche, wo die ſehr kalte Luft ſie beſtreicht, nicht gleich ſo erkalten, daſs ſie unmittelbar zu Eis werden, da doch keine Mittheilung der Wärme zwiſchen ihnen und den übrigen Waſſertheilchen ſtatt findet; das liegt hauptſächlich an zwei Urſachen, welche der Bildung des Eiſes an der Oberfläche entgegen ſtehen. — Erſtlich wird die ſpecifiſche Schwere des Waſſers an der Oberfläche, in dem Augenblicke, da es ſich von ſeiner Wärme ſcheidet, vermehrt, und es ſenkt ſich nieder, ehe die

Luft Zeit hat, es aller ſeiner Wärme zu berauben. — Zweitens iſt die Luft ein zu ſchlechter Leiter der Wärme, um dieſe mit der Geſchwindigkeit aufzunehmen und fortzupflanzen, die erforderlich wäre, ſollte dadurch die Oberfläche des Waſſers ſo plötzlich abgekühlt werden, daſs die innere Bewegung der Theilchen des Liquidi ins Stocken geriethe.

Erſt wenn das ganze Waſſer beim Erkalten die Temperatur von ungefähr 40° erreicht hat, hören die Theilchen an der Oberfläche auf, ferner verdichtet zu werden, indem ſie ihre Wärme fahren laſſen, und mithin auch die innere Bewegung des Waſſers. Sie bleiben oben, und nun erkalten ſie ſehr bald bis zum Gefrieren, da ſich denn ihre gebundene Wärme entbindet und das Eis ſich zu bilden beginnt. Iſt die Oberfläche mit Eis überzogen, ſo wird, da das Eis ein ſehr ſchlechter Wärmeleiter iſt, dadurch der Uebergang der Wärme aus dem Waſſer in die Luft ſehr erſchwert, und die Eisdecke ſelbſt dient dem Waſſer zu einer ſehr warmen Bekleidung, die es zugleich gegen die Beunruhigung durch den Wind ſchützt. Da ferner das Eis an ſeiner untern Fläche beinahe dieſelbe Temperatur hat, als das berührende Waſſer, (denn die wärmern Waſſertheilchen nehmen, zufolge ihrer gröſsern ſpe-

cifischen Schwere, mehr unterwärts ihren Platz,) so ist auch deshalb die Mittheilung der Wärme zwischen dem Wasser und dem Eise sehr unbedeutend. Wird nun vollends die Oberfläche des Eises mit Schnee bedeckt, so kommt noch ein neues und sehr wirksames Mittel hinzu, welches das Verfliegen der Wärme aus dem Wasser verhindert; so dass, wenn auch die intensivste Kälte in der Atmosphäre herrscht, doch die Dicke des Eises nur in einem sehr geringen Grade zunehmen wird.

Dabei verliert die ungefrorne Wassermasse keinen Theil ihrer Wärme; im Gegentheile erhält sie beständig neue aus dem Erdboden. Diese, während des Sommers in der Erde aufgesammelte Wärme ersetzt einigermaßen diejenige, die durch das Eis in die Atmosphäre übergeht, und macht dadurch, dass dem mit dem Eise in Berührung stehenden Wasser die gebundene Wärme nur schwer entrissen wird. Ist die Temperatur der Luft nicht viel unter dem Gefrierpunkte, so reicht dieser Ausfluss der Wärme aus dem Boden völlig hin, die Wärme zu ersetzen, welche die Luft mit sich fortführt, und die Dicke des Eises nimmt daher dann nicht zu. Ja, das Eis wird durch sie gar an seiner untern Fläche geschmolzen, und vermindert sich, wenn die Luft nicht

kälter als gefrierendes Wasser ist. Dieses ereignet sich auch wohl, wenn das Eis sehr dick ist, und besonders wenn tiefer Schnee darauf liegt, selbst dann, wenn die Temperatur der Atmosphäre beträchtlich unter dem Gefrierpunkte ist.

Wenn die untern Theilchen des Wassers vom Erdboden bis über 40° erwärmt werden, so dehnen sie sich aus, werden specifisch leichter und steigen an der Oberfläche des flüssigen Wassers hinauf. Hier treten sie zwar ihre freie Wärme der untern Fläche des Eises ab, kehren deshalb aber doch nicht zu dem Boden des Wassers zurück, da sie sich auch beim Erkalten unter 40° wieder ausdehnen; die aus der Erde ausdünstende Wärme bringt daher nur eine sehr geringe Bewegung in der Masse des Wassers hervor, und dieser Umstand trägt gewiss sehr viel dazu bei, dem Wasser seine Wärme zu erhalten.

Wird das Wasser durch Stürme beunruhigt, so entsteht kein Eis, wenn auch gleich, bei langer Fortdauer der Kälte, die ganze Wassermasse bis zu dem Grade erkaltet ist, wo die innere Bewegung aufzuhören pflegt. Denn ob nun gleich die obern Theilchen beim fernern Erkalten nicht mehr herabzusinken streben und deshalb zum Gefrieren geneigt sind; so besitzen sie doch noch 8 bis 10° freier Wärme, die ihnen entzogen werden muss,

ehe die Eisbildung anfängt; und da die Störung des Waſſers durch den Wind kein Theilchen lange genug in Berührung mit der kalten Luft läſst, um ihr auf einmahl dieſe Wärme abtreten zu können, ſo kommt es nicht ſo bald zum Frieren. Da aber doch das Waſſer in dieſem Falle eine groſse Quantität Wärme verliert, und zwar bei dem Winde mehr, als in ſtiller Luft; ſo entſteht, ſo bald der Wind aufhört und die Kälte noch anhält, das Eis deſto ſchneller.

Kehrt der Frühling zurück, ſo ſchmilzt der Schnee von der Wärme der ſteigenden Sonne; und indeſs die aus der Erde ausdünſtende Wärme das Eis an der untern Fläche ſchmilzt, zergeht es auf der Oberfläche an den viel wirkſamern Strahlen der Sonne. Denn, obgleich das Eis durchſcheinend iſt, ſo iſt es doch nicht vollkommen durchſichtig, und die Lichtmaterie muſs nothwendig da, wo ſie auf ihrem Durchgange durch daſſelbe aufgehalten oder verſchluckt wird, Wärme erzeugen.

Deshalb darf man ſich auch nicht wundern, daſs der den Sonnenſtrahlen ausgeſetzte Schnee ſelbſt dann ſchmilzt, wenn die Temperatur der Luft im Schatten beträchtlich unter dem Gefrierpunkte iſt; daſs der Schnee an der Sonne ſchon fortſchmilzt, ehe noch die glatte Oberfläche des

Eises merklich erweicht wird; und dass er gewöhnlich schon ganz verschwunden ist, bevor die mit Eis bedeckten Flüsse und Seen aufgehen. Die auf eine Schneelage fallenden Strahlen dringen, indem sie oft gebrochen und zurückgeworfen werden, tief in sie ein und setzen ihre Wärme hier ab, wo die kalte Luft der Atmosphäre sie nicht leicht an sich reissen kann. Die Strahlen hingegen, welche auf eine glatte und horizontale Eisfläche fallen, prallen meist aufwärts in die Atmosphäre zurück; und werden auch einige von der Oberfläche des Eises verschluckt, so wird doch die hierdurch erzeugte Wärme augenblicklich wieder von der kalten Luft fortgeführt; und kaum ist ein Wassertheilchen fluid geworden, so gefriert es schon wieder. Man sieht hieraus, dass der Schnee, welcher in kalten Ländern die Eisdecke des sussen Gewässers bedeckt, nicht allein hindert, dass dem Wasser im Winter die Wärme von der kalten Luft entzogen werde, sondern dass er auch im Frühlinge wirksam zur frühern Aufthauung des Eises beiträgt.

Ganz anders würde sich dieses alles verhalten, wenn bei der Verdichtung des Wassers durch Kälte dasselbe Gesetz statt fände, dem andere Flüssigkeiten unterworfen sind.

Da die innere Bewegung des Waſſers dann ſo lange fortdauern müſste, als die ſpecifiſche Schwere deſſelben durch den Austritt der Wärme ſich vermehrte; ſo entſtünde das Eis nicht eher, als bis die ganze Maſſe des Waſſers zu der Temperatur von 32° nach Fahrenheit gekommen wäre. Um ſich von der ungeheuern Quantität Wärme einen Begriff zu machen, die ein tiefes Waſſer, bei der Erkaltung ſeiner ganzen Maſſe bis zu dieſem Grade, verlieren müſste, darf man nur berechnen, wie viel Eis eine ſolche Quantität Wärme ſchmelzen, oder wie viel gefrierenden Waſſers ſie bis zum Sieden erhitzen könnte.

Nach den bekannten Verſuchen gehört, um eine gewiſſe Quantität Eis zu ſchmelzen, ſo viel Wärme, als ein gleiches Gewicht von Waſſer verliert, indem es um 140 Grade erkaltet. Mithin würde durch jeden Grad Wärme, der aus einer Waſſermaſſe tritt, eine Eismaſſe, die $\frac{1}{140}$ ſo viel wiegt, geſchmolzen werden. Waſſer, das vom 40ſten bis zum 32ſten Grade erkaltet, verliert mithin eine Quantität Wärme, die eine $\frac{8}{140}$ oder $\frac{2}{35}$ ſo ſchwere Eismaſſe ſchmelzen könnte. Aus einem 35 Fuſs tiefen Waſſer entwickelt ſich daher bei dieſem Erkalten eine Wärme, die eine Eislage von 2 Fuſs Dicke ſchmelzen könnte.

Dies ist aber noch nicht alles; denn da die erkalteren, folglich specifisch schwerer gewordenen Wassertheilchen von der Oberfläche des Wassers unmittelbar auf seinen Grund sinken müssen, so würde der gröfste Theil der im Sommer dort aufgehäuften Wärme ihnen mitgetheilt werden und verloren gehen, ehe das Wasser zu frieren anfinge. Hätte sich dann einmahl das Eis gebildet, so würde seine Dicke sehr schnell, und so lange der Winter dauerte, zunehmen. Wahrscheinlich würde dann das Wasser groſser Seen in unserm gemäſsigten Klima, bei einem strengen Winter, zu einer solchen Tiefe zufrieren, daſs die Wärme des folgenden Sommers es nicht wieder aufzuthauen vermöchte. Und ereignete sich dies erst ein Mahl, so würde gewiſs der folgende Winter die ganze Wassermasse in einen festen Eiskörper verwandeln, der in alle Ewigkeit seine liquide Form nicht wieder erhalten könnte. Herr von Saussüre fand im Februar, nach einem Monat langen Froste, bei der Luft-Temperatur von 38°, das Wasser des Genfer Sees an der Oberfläche von 41°, und in einer Tiefe von 1000 Fuſs von 40° Wärme. Hätte der Frost noch etwas weniges länger angehalten, so hätte sich das Eis gebildet. Erforderte aber die Natur des Wassers, daſs die ganze Masse des Fluidi in

diesem See erst bis zum 32sten Grade hätte erkalten müssen, ehe es zur Erzeugung des Eises fähig geworden wäre; so würde die Eisbildung nur dann erfolgt seyn, wenn das Wasser so viel Wärme verloren hätte, als zur Schmelzung einer über 57 Fuss dicken Eisdecke hingereicht hätte. Und diese Quantität Wärme ist gross genug, um eine Masse eiskalten Wassers, vom Umfange dieses Sees und 49 Fuss Tiefe, bis zum Sieden zu erhitzen.

Die Einfachheit der Einrichtung, durch die alle diese Wärme dem Wasser erhalten wird, ist nicht genug zu bewundern, so wenig als die wohlthätigen Folgen des einfachen Gesetzes, das bei der Verdichtung des Wassers statt findet.

3.

Noch war es nöthig, in den vom Aequator entfernten Gegenden die Kälte der Polar-Winde zu mässigen, um die Gewässer, den Erdboden und die Gewächse gegen ihre zu grosse Kälte zu schützen; und dieses geschieht durch das Wasser des Oceans, der nicht allein hierzu vorzüglich geschickt, sondern auch dazu besonders bestimmt zu seyn scheint.

Das Wasser des Oceans enthält einen grossen Antheil aufgelösetes Salz, und wir haben gesehen, dass die Verdichtung der Salzauflösung, bei ih-

rem Erkalten, sich nach einem ganz andern Gesetze, als die Verdichtung des reinen Wassers richtet. Gerade dieses macht das Meer vorzüglich geschickt, der kalten über dasselbe hinwehenden Luft Wärme mitzutheilen. Da das Seewasser im Erkalten fortfährt, sich zu verdichten, selbst noch jenseits des Punktes, wo süsses Wasser gefriert; so hört die innere Bewegung hier nicht, wie im reinen Wasser, bei einer Temperatur von 40° auf. Die obern Theilchen sinken nach dem Verluste ihrer Wärme immerfort von der Oberfläche hinab, statt ihrer steigen wieder wärmere herauf; und bei diesem beständigen Zuflusse der wärmern Theilchen nach der Oberfläche wird der Luft ohne Vergleich mehr Wärme, als von süssem Wasser bei derselben Temperatur mitgetheilt, wie das die folgende Rechnung beweiset.

Das Meerwasser und das frische Wasser mögen beide eine Temperatur von 40° haben, und wir wollen annehmen, sie hätten auch denselben Gefrierpunkt bei 32°, (ob dieser gleich beim Meerwasser tiefer liegt und die Luft über dem Meere daher länger gewärmt wird;) auch finde die Mittheilung der Wärme nicht weiter statt, so bald eine Eisdecke gebildet ist. Das süsse Wasser hört in dieser Temperatur auf, verdichtet zu wer-

den; die innere Bewegung ſtockt; und das Eis bildet ſich ſogleich an der Oberfläche: das Meerwaſſer dagegen verdichtet ſich immerfort, ſo lange es Wärme verliert; die innere Bewegung deſſelben hält an; und das Eis kann hier ſchlechterdings nicht eher entſtehen, als bis die ganze Maſſe des Waſſers bis zu 32° erkaltet iſt. Das Meerwaſſer tritt daher vor der Entſtehung des Eiſes zum wenigſten 8 Grad mehr Wärme, als das ſuſse Waſſer, der darüber ſtehenden Luft ab; eine auſserordentliche Quantität Wärme, die, unſrer vorigen Rechnung zufolge, hinreichen muſste, eine über das ganze Meer verbreitete Eisdecke zu ſchmelzen, deren Dicke $3\frac{2}{5}$ſtel der Seetiefe betrüge. In der Nordſee, unter 67° Breite, wo Lord Mulgrave das Meer 4680 Fuſs tief fand, würde dieſe Eisdecke 265 Fuſs dick ſeyn. Ein Grad Wärme, der aus dem Waſſer in die Luft übergeht, vermag aber eine Luftſchicht, die 44 Mahl ſo hoch, als das Waſſer tief iſt, 10 Grad zu erwärmen. Bei der Bildung des Eiſes entwickelt ſich vollends ſo viel Wärme, daſs eine darüber gebildete Luftſchicht 2220 Mahl ſo dick als das gebildete Eis, (die alſo im letztern Beiſpiele 265 . 2220 Fuſs, oder 180 Meilen hoch wäre,) dadurch in ihrer Temperatur um 28°, oder vom Froſtpunkte bis 50° nach Fahrenheit erhöhet

werden würde, d. h., bis zur mittlern Temperatur des nördlichen Deutschlands.' Hieraus mag man beurtheilen, wie wirksam das Wasser des Oceans, der nirgends als in sehr hohen Breiten zufriert, zur Erwärmung der kalten hinabdringenden Polar Winde ist.

Der Ocean mildert indess nicht bloss die ausserordentliche Kälte der Polar-Gegenden, sondern er ist auch nicht minder wirksam, um die übertriebene Hitze in den heissen Zonen zu mässigen; beides bewirkt er durch eine und dieselbe Einrichtung, nämlich durch seine Salzigkeit.

Da beim Erkalten des Salzwassers die innere Bewegung der Theilchen noch lange, selbst über die Temperatur hinaus fortwährt, in welcher süsses Wasser gefriert; so sinken die Theilchen, die durch die unmittelbare Berührung der kalten Winde an der Oberfläche erkalten, immerfort zum Grunde der See hinab, wo sie bleiben müssen, bis neue ihnen zukommende Wärme ihre specifische Schwere wieder vermindert und sie nach der Oberfläche hinauftreibt. Aber die verlorne Wärme kann ihnen in den Polar-Gegenden nie wieder ersetzt werden, da unzählige Versuche es ausser allen Zweifel gesetzt haben, dass *kein Wärme-Princip sich in den innern Theilen des Erdballs befindet*, welches durch den Boden des

)ceans dem darauf ruhenden Waſſer Wärme zu-
ıhren könnte. Man hat gefunden, daſs in einer
roſsen Tiefe unter der Oberfläche die Tempe-
ıtur der Erde in den verſchiedenen Breiten ſehr
on einander abweicht, und es iſt auſser Zweifel,
aſs dieſes auch mit der Temperatur in der Tiefe
es Meeres der Fall iſt, in ſo fern die Meeresſtrö-
ıe darin keine Veränderung hervorbringen.
ıuch dieſes iſt mit ein Beweis, daſs die Wärme,
ie wir im Sommer und Winter ohne merkliche
'eränderung, in groſsen Tiefen, an einem und
emſelben Orte finden, der Einwirkung der Son-
ı, und nicht einem *Central-Feuer*, wie Einige
ı voreilig vermutheten, zuzuſchreiben ſey. *)

*) Aber woher rührt dieſe Wärme? Darüber äuſsert Herr von Humboldt in einer Abhandlung über den Einfluſs der Wärme aus chemiſchen Zerſetzungen auf die Temperatur, in Moll's Jahrbüchern für die Berg- und Hüttenkunde, B. 3, S. 1, Salzburg 1799, folgende intereſſante Vermuthung. Unſer Erdkörper iſt, nach allen Beobachtungen, aus dem flüſſigen in den feſten Zuſtand übergegangen. Dieſes konnte nicht ohne Freiwerdung von Wärme geſchehen, und daher rühren, wie er glaubt, nicht bloſs die Erdwärme, ſondern auch die Spuren von ſüdlichen Pflanzen und Thieren in den Nordländern, da dieſe freiwerdende Wärme der in den feſten Zuſtand übergehenden Erde ſich auf mannigfaltige Art auch in der Atmoſphäre verbreiten

Aber wenn das Meerwaſſer, das nach dem Verluſte eines groſsen Theils ſeiner Wärme hinabſinkt, da, wo dieſes geſchieht, nicht wieder erwärmt werden kann; ſo muſs es, weil ſeine ſpecifiſche Schwere gröſser, als die des Waſſers in derſelben Tiefe unter wärmern Breiten iſt, augenblicklich anfangen, ſich auf dem Grunde des Meeres nach dieſer Gegend hin auszubreiten, und folglich gegen den Aequator hinzuflieſsen; und dieſes muſs nothwendig einen Strom von entgegengeſetzter Richtung auf der Oberfläche hervorbringen. Von dem Daſeyn dieſer beiden Ströme giebt es unwiderlegbare Beweiſe; auch wird die Exiſtenz des einen ſchon durch die des andern dargethan.

Das, was man im atlantiſchen Meere den Strom des Meerbuſens von Mexiko, (*Gulph-ſtream,*) nennt, iſt nichts anderes, als einer dieſer Ströme; nämlich

muſste, dort aber ſich nicht ſo, wie in der Erde, gleichmäſsig vertheilt erhalten konnte, da denn die Nordländer erkalteten und ihre ſüdliche Vegetation gröſstentheils zerſtört wurde; eine Erklärung, die durch das gänzliche Unhaltbare der bisherigen Hypotheſen, (deren vorzüglichſte, aus der Veränderung der Lage der Ekliptik, la Place hinlänglich widerlegt hat,) noch mehr gehoben wird.

nämlich der Strom der Oberfläche, der vom Aequator gegen den Nordpol fliesst, und auf dessen Richtung die Mussons und die Gestalt des festen Landes von Nord-Amerika Einfluss haben. Den Lauf des untern entgegengesetzten Stroms beweiset unmittelbar die Kälte, die man in grossen Meerestiefen in den heissen Gegenden findet, die um vieles niedriger, als die mittlere jährliche Temperatur der Erde in diesen Gegenden ist, und deshalb aus den kältern Regionen herkommen muss. Herr Kirwan hat, in seiner vortrefflichen Abhandlung über die Temperatur der verschiedenen Breiten, die mittlere Temperatur der Breite von 67° auf 39° angegeben. Lord Mulgrave fand aber den 20sten Junius bei der Temperatur der Luft von 48½°, die Temperatur der See, in einer Tiefe von 4680 Fuss, 6 Grad unter dem Gefrierpunkte, oder 26° nach Fahrenheits Thermometer. — Den 31sten August war in der Breite von 69°, wo die mittlere Temperatur ungefähr 38° zu seyn pflegt, die Temperatur der See, in einer Tiefe von 4038 Fuss, 32°, während die Temperatur der Atmosphäre, (und wahrscheinlich auch die des Wassers auf der Seeoberfläche,) 59½° betrug.

Einen noch auffallendern Beweis für das Daseyn der kalten Ströme, die auf dem Boden des

Meeres von den Polen gegen den Aequator zu fliefsen, giebt der sehr bemerkbare Unterschied, der sich in der Gegend der Wendekreise zwischen den Temperaturen der See an der Oberfläche und in einer grofsen Tiefe findet. Denn obgleich die Temperatur der Atmosphäre daselbst so beständig ist, dafs die gröfsten, durch die Jahreszeiten hervorgebrachten Veränderungen sich selten über 5 oder 6 Grad belaufen; so findet sich doch zwischen der Wärme des Wassers auf der Oberfläche der See, und in einer Tiefe von 3600 Fufs, ein Unterschied von 31 Graden, indem gewöhnlich die Temperatur auf der Oberfläche 84°, und in der erwähnten Tiefe 53° ist. *) Diese Kälte in der Meerestiefe der heifsen Zone scheint sich auf keine andere Art, als aus den kalten Strömen, die von den Polar-Gegenden hinabdringen, erklären zu lassen. Und die Nützlichkeit dieser Ströme zur Milderung der aufserordentlichen Hitze dieser Gegenden springt daher in die Augen.

Da sie durch die Verschiedenheit in der specifischen Schwere des Seewassers bei verschiedenen Temperaturen bewirkt werden, so müssen sie eine desto gröfsere Geschwindigkeit annehmen, je

*) *Philosophical Transactions for 1792.*

mehr die specifische Schwere der Theilchen durch dieselben verändert wird. Es läst sich daher leicht abnehmen, wie viel grösser sie im salzigen als im süssen Wasser seyn muss, und wie viel wirksamer diese Abkühlung durch das Meer als durch süsses Wasser erreicht wird.

4.

Es ist merkwürdig, dass das Wasser aller grossen Landseen, und in den kalten Klimaten selbst das Wasser der meisten inländischen Meere, die, (gleich dem baltischen,) nur durch enge Kanäle mit dem Ocean zusammenhängen, *süss ist*. Die Folgen, welche aus der entgegengesetzten Einrichtung entstehen würden, können uns leicht überführen, dass dieses nicht ohne Zweck ist. Zwar würden diese weit in das feste Land tretenden Seen, der kalten Klimate, wenn sie eben so salzig als das Meer wären, die Winde, die zu Anfang des Winters über sie fortwehen, stärker erwärmen, und die Temperatur der Luft, an der den Winden entgegengesetzten Seite des Sees, mehr mildern, als bei süssen Gewässern geschieht: da aber dann das Wasser eine unermessliche Quantität Wärme von sich geben müsste, ehe es an seiner Oberfläche gefröre, so würde es bei der Rückkehr der warmen Jahreszeit so erkaltet

seyn, daſs der Frühling, vielleicht auch ein Theil des Sommers, darüber hingehen könnte, ehe es durch die Sonne die verlorne Wärme wieder erhielte. Durch die Kälte dieſer Gewäſſer müſste auch die Temperatur der Atmoſphäre erniedrigt, und dadurch die Vegetation der umliegenden Gegend, in einer beträchtlichen Entfernung, ins Stocken gebracht werden. Sollte daher auch im Winter die *Luft*, an der Seite des Sees, die den Winden entgegengeſetzt iſt, etwas gemildert werden, (welches jedoch immer nur in einer ſehr kleinen Ausdehnung der Fall ſeyn könnte;) ſo würde doch dieſer Vortheil auf keine Weiſe den ſchädlichen Wirkungen das Gegengewicht halten, die aus einer ſo groſsen, kalten Waſſermaſſe, im Sommer, entſpringen müſsten.

Wenn dagegen jetzt, da dieſe Gewäſſer ſüſs ſind, der Winter einmahl recht eingetreten, Flüſſe und Seen zugefroren ſind, und alles mit Schnee bedeckt iſt; ſo können einige Grade von Kälte mehr, keine dauernden, ſchlimmen Folgen hervorbringen. Haben ſie ja einigen Einfluſs auf den künftigen Sommer, ſo machen ſie ihn eher wärmer, als kälter. Seen mit Salzwaſſer würden alſo in kalten Gegenden, im Winter von keinem reellen Nutzen, aber von ſehr groſsem Schaden

für den Sommer seyn: da hingegen süsse Seen, die zu Anfang des Winters schon zufrieren und den grössten Theil ihrer Wärme den Winter hindurch behalten, in dieser Jahreszeit zwar wenig oder gar nichts nutzen, für den Sommer aber auch von keinem schädlichen Einflusse sind.

VI.

EINWÜRFE,

welche der Herr Professor DE LUC *der Theorie des Grafen* RUMFORD *über die Fortpflanzung der Wärme durch Flüssigkeiten entgegenstellt, mit Bemerkungen des Herausgebers.* *)

I.

Nach der Theorie des Grafen Rumford soll zwar jedes Theilchen einer Flüssigkeit, *einzeln*, (*individually*,) von andern Körpern Wärme annehmen und sie ihnen mittheilen können, aber

*) Der Auffatz, in welchem Herr de Luc diese Einwürfe vorträgt, steht in VON CRELLS *chemischen Annalen*, J. 1798, B. I, S. 288 u. 368. Die Unparteilichkeit fordert es, die Bemerkungen eines so vorzüglichen Naturforschers gegen die Hypothese des Grafen Rumford nicht unerwähnt zu lassen, sollten sie sich gleich genugthuend beantworten lassen. Schade, dass Herr de Luc, als er dieses schrieb, bloss den ersten Theil des siebenten *Essay's* kannte, und dass seine Einwürfe sich bloss auf diesen, nicht auch auf den zweiten Theil, den ich im folgenden Hefte mittheilen werde, beziehen. *d. H.*

zwischen diesen Theilchen selbst soll *kein Uebergang* und *keine Mittheilung* der Wärme möglich seyn. Diese Behauptung kann aber mit keiner der bekannten Theorien über die Wärme bestehen.

Nimmt man einen *Wärmestoff* als Ursache der Wärme an, so muss man sich die einzelnen Theilchen, (Mollekulen,) einer Flüssigkeit entweder als *einfach*, d. i. als wahre Elemente, oder als aus einfachen, chemisch verwandten Elementen *zusammengesetzt* denken. Im ersten Falle können sie von der wärmeerzeugenden Flüssigkeit nicht durchdrungen werden; *) im letztern würde ihre chemische Vereinigung vom durchdringenden Wärmestoffe getrennt, und folglich die Natur der Flüssigkeit verändert werden, wie man das in mehrern Fällen beobachtet hat. **) Die Mollekulen selbst können daher nicht erwärmt und ausgedehnt werden; und unsre Begriffe von Wärme passen nur auf ein Aggregat derselben, nicht auf sie ein-

*) Herr de Luc ist, wie sein Landsmann le Sage, ein Freund der mechanischen und atomistischen Vorstellungsarten in der Physik. Daher diese Behauptung, welche ein Physiker, der die dynamische Naturansicht vorzieht, ihm schwerlich zugestehen wird. *d. H.*

**) Das braucht aber deshalb nicht immer zu geschehen. *d. H.*

gende und hinabsteigende Ströme hervorzubringen. *)

5. Ein Thermometer, um das ringsum eine Eisschale gefroren ist, folgt, meinen Beobachtungen gemäss, den Bewegungen eines nicht umfrornen, (freilich langsam und im Verhältnisse der Dicke des Eises,) in jeder Temperatur unter dem Frostpunkte. **)

Graf Rumford hat folglich, wie alle diese Gründe zeigen, seinen Satz, dass Flüssigkeiten *Nichtleiter der Wärme* sind, nicht erwiesen; vielmehr folgt aus seinen eignen Versuchen, dass sie sowohl, als alle andere Substanzen, von der Wärme durchdrungen werden. ***) Gleichwohl sind

*) Da die Theilchen einer Flüssigkeit sich mit der geringsten Kraft unter einander verschieben lassen; so wird auch dieser kleine Unterschied allerdings einen Strom bewirken, nur dass er sehr langsam seyn möchte, daher dieser Einwurf wenig Kraft hat. *d. H.*

**) Graf Rumford selbst zeigt durch Versuche, die ich im folgenden Stücke mittheilen werde, dass Wärme sich durch Eis nach unten fortpflanzt Sein Satz spricht aber nur von Flüssigkeiten, nicht von Wasser im festen Zustande. *d. H.*

***) Herrn de Luc's Gründe gegen die Rumfordsche Hypothese lassen sich, wie ich hier gezeigt zu ha-

chen fortpflanzen? das zu läugnen, dazu berechtigt uns nichts in dieser Theorie.

2. Aus dem Hauptversuche des Grafen mit dem St. 2, S. 218 beschriebenen Instrumente, in welchem, bei Annäherung an einen wärmern oder kältern Körper, sogleich zwei entgegengesetzte Ströme entstanden, folgt für die Fortpflanzung der Wärme durch Flüssigkeiten gerade das *Gegentheil* von der Hypothese, welche Graf Rumford darauf gründet. Denn der heraufsteigende und herabgehende Strom, die in der mit Bernsteinstückchen vermischten Salzauflösung sich *sogleich* zeigten, wenn ein warmer Körper dem Instrumente *plötzlich* genähert wurde, hatten doch sicher eine meſsbare Dicke. Da sie nun durch Ausdehnung der Flüssigkeit entstanden; so muſste diese bis in eine meſsbare Tiefe augenblicklich bei Annäherung eines warmen Körpers ausgedehnt, *also von der Wärme selbst, bis zu dieser Tiefe, augenblicklich durchdrungen werden.* Der Grund, warum in einer Flüssigkeit diese Durchdringung nicht wie beim festen Körper in derselben Richtung weiter geht, ist der Strom selbst, der im Augenblicke entsteht, als die Wassertheilchen an den Seiten des Glases, beim Durchlassen der Wärme, ausgedehnt, und folglich specifisch leichter werden. Diese steigen daher in die Höhe, ehe sie ihr Ue-

VII.

Ueber das Gefrieren des Waſſers,

vom

Profeſſor Egidius Heller

in Fulda.

In Gehlers *Wörterbuche*, 1. Th., S. 677 ff., lieſet man folgendes: „Fahrenheit ſetzte eine zur Hälfte mit Waſſer gefüllte luftleere Kugel einer Kälte aus, welche nach ſeinem Thermometer 15°, (— 7° R.,) betrug, und fand es noch am andern Morgen flüſſig, obgleich die Kälte auf einerlei Grad geblieben war. Er brach nun die Spitze ab, in welche die Kugel beim Zuſchmelzen ausgezogen war, und ſah das Waſſer augenblicklich mit kleinen Eisſplittern vermiſcht, woraus er anfänglich ſchloſs, der Mangel der Luft habe das Gefrieren verhindert. Bei wiederholten Verſuchen aber lehrte ihn ein Zufall, daſs vielmehr die Ruhe das Gefrieren verhindere, und eine kleine Bewegung hinreichend ſey, ein ſo ſtark erkältetes Waſſer in Eis zu verwandeln. Er ſtieſs mit dem Fuſse an, als er eine ſolche Kugel in der Hand trug, und ſogleich war das ganze Waſſer mit Eisſplittern vermiſcht. Mairan führt eine Nachricht von Micheli an, daſs

das

das Waſſer in ſtiller Luft eine Kälte von fünf Reaumürſchen Graden unter dem Eispunkte aushalte, aber bei Berührung der Oberfläche mit einem in Schnee geriebenen eiſernen Drahte Eisſplitter bilde, wobei ein darin ſtehendes Thermometer ſogleich bis auf den Eispunkt ſteige. Mairan ſelbſt hat eine ganze Reihe von Verſuchen hierüber angeſtellt, wobei Waſſer, über deſſen Oberfläche Baumöhl gegoſſen war, bei einer Kälte von fünf Graden unter dem Eispunkte nicht gefror, bis er mit einem Schlüſſel an das Gefäſs klopfte, da dann nach 12 bis 15 Schlägen das ganze Waſſer mit Eisſchiefern vermengt ward und nach weggenommenem Baumöhle ſich völlig in Eis verwandelte. Das dareingeſenkte Thermometer ſtieg während dieſer Zeit, und die entſtandenen Eisſplitter, in anderes Waſſer geworfen, ſchwammen auf demſelben.“ Die neuern Unterſuchungen von Herrn Blagden lieſet man in Gren's *Journal der Phyſik*, B. 2, S. 87 u. ſ. w.

Mir wollte das Stoſsen, Klopfen, Rühren an dem Gefäſse immer nicht recht gelingen, um ein *ſchnelles* Gefrieren des unter dem Eispunkte erkälteten Waſſers zu bewirken. Endlich ſchien es mir, als wenn ich des Waſſers immer zu viel genommen hätte, und daſs man *ſo wenig als möglich* nehmen müſſe, um den Verſuch deutlich dar-

zustellen. Es wurden also zwei Thermometer an einen Querbalken befestigt, so dass sie ein Paar Zoll von einander abstanden, und vor einem nach Norden gelegenen Fenster der freien Luft ausgesetzt, bis sie zur Temperatur derselben gekommen waren. Das eine Thermometer diente absichtlich dazu, die jedesmahlige Temperatur der Luft anzuzeigen. Das andere war für den Versuch bestimmt. Das Wasser, das gefrieren sollte, war jederzeit bis zum Siedepunkte erhitzt worden. So oft nun der Versuch angestellt werden sollte, goss ich von diesem Wasser etwas in eine Tasse, brachte sie so an das zweite Thermometer, dass seine Kugel ins Wasser eingesenkt ward, zog die Tasse wieder behutsam weg, wodurch es geschehen musste, dass an der Kugel des Thermometers nur ein Tropfen hängen blieb; wenig Wasser also, wie ich es wünschte.

Was nun mit diesem Tropfen vorging, erzählen unter mehrern vorm Jahre und im letztverflossenen Winter angestellten Versuchen nur folgende:

1. An einem Decembertage war die Temperatur der Luft 5° Reaum. unter dem Eispunkte. Der Himmel war heiter und kein Lüftchen wehte. Das zweite Thermometer, an dessen Kugel der Tropfen Wasser hing, war endlich auch auf — 5°

herabgesunken, — und der Tropfen war noch flüssig und hell, das umgekehrte Bild eines nahen Thurms war noch ganz deutlich darin; aber nicht lange hernach wurde es undeutlicher, bis endlich ganz kleine Splitterchen im Tropfen herumschwammen. Jetzt brachte ich ein *ganz kleines* Eisspitzchen an den Tropfen, und der überraschende Erfolg war, dass er *augenblicklich* erstarrte und ein *festes* Kügelchen formirte. Das Thermometer war durch die während des Gefrierens entwickelte Wärme schnell auf — 4° gestiegen, sank aber bald wieder auf — 5°, d. i., zur damahligen Temperatur der Luft herab. Der Versuch wurde mit gleichem Erfolge mehrmahls wiederholt, wobei es mich ungemein amüsirte, des Thurmes Bild vor mir zu haben und es in einem Nu zu vernichten.

2. An einem andern Decembertage war die Temperatur der Luft 4° unter dem Eispunkte. Das Eis- oder Schneespitzchen, (gleich viel,) wurde schon an den Tropfen gebracht, als das Thermometer, woran er hing, nur erst auf 2° unter den Eispunkt gekommen war. Allein der Tropfen gefror nicht, sondern floss in das Spitzchen ab.

3. Temperatur der Luft — 4°. Es herrschte ein scharfer Wind, und aus der Luft fielen viele

kleine Schneeflöckchen nieder, die der Wind umhertrieb. Das Thermometer, woran der Waſſertropfen hing, erreichte bei dieſer Witterung in mehrern Verſuchen niemals die Temperatur der Luft — 4°; ſondern wenn es auf — 1° kam, gefror ſchon der Tropfen.

4. Temperatur der Luft — 14°. Der Himmel war bei Oſtluft äuſserſt heiter und es war völlig windſtill. Der Tropfen kam nur auf — 4°: nachdem ich dies wuſste, gelang der Verſuch wie in Nr. 1 u. ſ. w.

Dies mag hinreichen, um die Umſtände zu bezeichnen, unter welchen ein glücklicher Erfolg zu erwarten iſt. Der Tag muſs kalt, aber nicht windig, nicht trübe, ſondern ruhig und heiter, und die Kugel des Thermometers vor dem Verſuche rein abgewiſcht und trocken ſeyn. Die Bilder im Waſſertropfen hat man nebenher gratis.

VIII.

VERSUCHE MIT KÜNSTLICHER KÄLTE,

angeftellt

von

FOURCROY, GUYTON, dem Grafen VON MUSSIN PUSCHKIN, ZANETTI, ROUPPE und HASSENFRATZ.

Die beiden berühmten parifer Chemiker Fourcroy und Vauquelin haben die ftrenge Kälte des verfloffenen Winters genutzt, um die intereffanten *Lowitzifchen* Verfuche zu wiederholen. Als fie, nach Lowitz Art, 8 Theile falzfaurer Kalkerde mit 6 Theilen lockerm Schnee mifchten, fank das Centefimal-Thermometer, indem die Mifchung fchmolz, bis auf — 39°, und bis auf — 43°, (d. h., auf — 34°,4 nach Reaumur,) als man eine zweite folche Mifchung in einem Glafe machte, welches in der erftern Mifchung ftand.

Eine Maffe *Queckfilber* von wenigen Grammen wurde bei — 42°, (— 33,°6 n. R.,) feft. *)

*) Im *Bulletin des Sciences* etc., An 7, pag. 179, aus dem ich diefe Nachricht entlehne, wird nicht gefagt, ob das Thermometer, deffen fich die bei-

Nimmt man eine etwas beträchtlichere Menge von Quecksilber, so wird das Innere der Masse nicht fest; und giesst man das Flüssige ab, so findet man octaëdrische Quecksilberkrystalle. *)

Flüssiges völlig gesättigtes *Ammoniak* schoss in weissen Nadeln an bei — 42° und verlor zum

den Chemiker bedienten, mit Quecksilber oder mit Weingeist gefüllt war, und, war das erste der Fall, welcher Vorsicht sie sich bedient haben, um den Augenblick des Frierens wahrzunehmen. Nach den unten anzuführenden Versuchen ist der Frostpunkt des Quecksilbers bei — 32° bis — 32°,5 nach Reaumur, d. h., höchstens bei — 40°,5 des Centesimal-Thermometers, daher alle hier angegebene niedrigere Temperaturen unzuverlässig seyn würden, hätten sich die französischen Chemiker keines Weingeist-Thermometers bedient, und den Stand desselben auf ein Quecksilber-Thermometer reducirt. Dass man darüber im Ungewissen gelassen wird, ist ein Mangel, der leider so manche sonst interessante Nachricht im *Bulletin des Sciences de la Soc. philomatique* etwas unbrauchbar macht. *d. H.*

*) Nach einer Nachricht in der *Décade philosophique*, An. 7, No. 14, haben beide Chemiker eine Masse von 20 Pfund Quecksilber völlig zum Frieren gebracht. In einem Schmelztiegel von Platina soll das Quecksilber innerhalb 30 Sekunden, in Porzellän oder in irdenen Schmelztiegeln erst in 2 Minuten gefroren seyn. *d. H.*

Theil ſeinen Geruch. Bei — 47 oder 49° verwandelt es ſich in eine gallertartige Maſſe.

Salpeterſäure mit *Salpetergas* gemiſcht, ſchieſst gleichfalls bei — 40° in rothen Nadeln an, und verwandelt ſich in eine Art von Butter. *Salzſäure* friert leicht bei — 42° in eine gelbe, körnige Art von Butter.

Gut rectificirter *Schwefeläther* kryſtalliſirt ſich bei einer Kälte von — 44° in weiſslichen Blättchen, und wird endlich zu einer dunkeln, weiſsen Maſſe. Hingegen fror *Alkohol* in dieſer Kälte nicht, welches eine groſse Verſchiedenheit unter dieſen Stoffen beweiſet. *)

Taucht man den Finger in die froſterregende Miſchung; ſo fühlt man einen Schmerz gleich einem heftigen Drucke im Schraubenſtock. In 4 Sekunden wurde der Finger ſo weiſs wie Schnee,

*) Sonderbar, daſs Fourcroy die Salpeter- und die Salzſäure zum Frieren brachte, indeſs dieſes dem Grafen von Muſſin Puſchkin bei einer viel heftigern Kälte nicht gelang. Uebrigens vergleiche man hiermit die Verſuche, welche an der Hudſonsbay über das Gefrieren der Salpeterſäure, der Schwefelſäure und des Weingeiſts angeſtellt wurden, die aus den *Philoſ. Tranſact.* for 1782 in v. Crells *Beiträge zu den chemiſchen Annalen*, B. 2, S. 279, entlehnt ſind; auch *Neues Journ. d. Phyſik*, B. 4, S. 471. *d. H.*

ohne Empfindung, und liess sich nur mit Mühe wieder ins Leben bringen.

* * *

Der Bürger Guyton stellte ähnliche Versuche im Laboratorio der polytechnischen Schule an. Unter diesen sind ihm folgende Erfahrungen eigen: *Kali* mit Alkohol präparirt, und in einem gleichen Gewichte von Wasser aufgelöset, fror nicht bei — 43° des Centesimal-Thermometers.

Ammoniak-Gas aus recht trockenem Kalke und salzsaurem Ammoniak bereitet, das man in zwei zusammenhängende Ballons, die mit einer frosterregenden Mischung umgeben waren, aus einem in den andern steigen liess, verdichtete sich bei einer Kälte von — 41°, (32°,8 n. R.,) zu einer tropfbaren Flüssigkeit, die im ersten Ballon bald zu einer festen Masse fror, im zweyten aber flüssig blieb. Als darauf die Temperatur des Apparats bis auf — 21° stieg, wurde die feste Masse des ersten Ballons wieder zu einer tropfbaren Flüssigkeit, und die Flüssigkeit des zweiten zum Gas. Es scheint, als sey das *Ammoniak-Gas*, das in die Ballons stieg, feucht gewesen, und als habe das beigemischte Wasser das Frieren desselben im ersten Ballon veranlasst. Das, was in den zweiten Ballon überstieg, war durch den

Frost, den es im ersten gelitten hatte, ausgetrocknet, und verwandelte sich deshalb nur in tropfbares Ammoniak, welches bei der Rückkehr von hinlänglicher Wärme wieder in den gasartigen Zustand überging. - Ein Zufall störte diesen Versuch, und machte die Resultate unsicher, daher sich Guyton vornahm, ihn zu wiederholen.*)

Guyton suchte auch das Verhältniss aufzufinden, nach welchem Schnee und Salze zu mischen sind, um die grösstmöglichste Kälte zu erzeugen. Dieses bestimmt er vermittelst einer einfachen Rechnung aus den bekannten Sättigungsverhältnissen des Wassers mit Salzen unter verschiedenen Temperaturen, indem er zeigt, dass dazu gerade so viel Salz erfordert wird, als nöthig ist, um das Wasser bei der Temperatur, die man bezweckt, völlig zu sättigen. Denn dann muss die Mischung zerfliessen und tropfbar-flüssig werden. Ein Uebermaass an Salz oder an Schnee geht mit dem beigemischten Stoffe keine chemische Verbindung ein, hindert dadurch das Flüssigwerden, und giebt Wärmestoff her, wodurch die erzeugte Kälte vermindert wird. So z. B. sättigt 1 Theil

*) Man vergleiche diesen Versuch mit dem, welchen Herr van Marum S. 156 dieser Annalen beschreibt. d. H.

Kochſalz 2,8 Theile Waſſer, bei einer Temperatur von — 5°, und ungefähr 5 Theile Waſſer bei einer Temperatur von — 21°,25. Daher muſs man 5 Theile Schnee mit 1 Theile Kochſalz miſchen, um eine künſtliche Kälte von — 21°,25 zu erzeugen.

Die Salze, die beim Schmelzen durch Feuer ihr Kryſtalliſations-Waſſer verloren haben, entwickeln, wenn man zu ihnen Waſſer gieſst, anfangs Wärmeſtoff, bis ſie ſo viel Waſſer eingeſogen haben, als ſie im feſten Zuſtande faſſen können; dann erſt erzeugen ſie bei ihrer Verbindung mit mehrerm Waſſer Kälte. Man muſs daher, um die gröſstmöglichſte Kälte zu erzeugen, Salze nehmen, die alles ihr Kryſtalliſations-Waſſer haben. *Salzſaure Kalkerde* ſchmilzt am Feuer bei + 25°, und wird dann beim Erkalten eine feſte Maſſe: wird ſie gepulvert und durch ein Haarſieb geſchlagen, ſo nimmt ſie an der Luft von ſelbſt alles verlorne Kryſtalliſations-Waſſer wieder an, deſſen ſie, um mit Schnee die gröſste Kälte zu erzeugen, bedarf.

* * *

Nicht minder neu und intereſſant ſind die Verſuche mit künſtlicher Kälte, nach Lowitz Art erregt, welche der Graf von Muſſin-Puſch-

kin, Vice-Präsident des Bergwerks-Collegiums in Petersburg, schon 1797 am 5ten Dec., in Gegenwart des Herrn Lowitz anstellte. Er setzte in einer schicklichen Vorrichtung *flussspathsaures Gas, in welchem Kieselerde aufgelöset war*, dieser Kälte aus, in Hoffnung, es würde dadurch, gleich dem zündenden Salzgas, in einen festen Zustand gebracht, und die Kieselerde unter einer merkwürdigen Gestalt abgesetzt werden. Allein, obgleich die Kälte — 36° bis — 40° nach Reaumur betrug, so blieb doch die Flussspathsäure, mit der aufgelöseten Kieselerde, in der Gestalt einer elastischen Flüssigkeit, und konnte durch diese Kälte nicht einmahl genöthigt werden, einen Theil der aufgelöseten Kieselerde abzusetzen. Als man ein Pfund Wasser in die Vorlage goss, worin die Säure war, fror dieses augenblicklich; zugleich setzte sich eine beträchtliche Rinde von Kieselerde ab, und nach dem Aufthauen war dieses Wasser sehr sauer, wie ein starker Weinessig.

Rauchendes Nordhäuser *Vitriolöhl*, caustisches, flüssiges *Ammoniak*, und phosphorsaures, bis zur Consistenz des Vitriolöhls eingedicktes *Ammoniak*, froren, dieser Kälte ausgesetzt, zum Theil; die beiden erstern zeigten sich dabei in ihrer bekannten Krystallenform, das letztere dagegen wie ein streifiges Gewebe. Alle drei blie-

ben eine beträchtliche Zeit hindurch fest. — Rauchender *Salpetergeist*, so wie die gewöhnliche *Salpeter*- und die *Salzsäure*, konnten, aller Bemühungen ungeachtet, nicht zum Frieren gebracht werden.

Eben so wenig gelang es diesen Chemikern, nach der im Neuen Journal der Physik, Band 3, beschriebenen Methode des Herrn van Mons, eine Mischung von Wasser und Alkohol in einer Retorte völlig zum Frieren zu bringen, und dann, durch das bloſse Auflegen der Hand, aus der Retorte in die damit verbundene Vorlage einen Alkohol überzutreiben, dessen Flüchtigkeit so groſs seyn soll, daſs 2 Quentchen, die man aus einer Höhe von 6 Fuſs hinabfallen läſst, verfliegen, bevor sie den Boden erreichen. Sie mochten auf 1 Theil Alkohol 3 oder 2 Theile Wasser nehmen, nie konnten sie die Masse ganz zum Frieren bringen. Im ersten Falle schoſs nur $\frac{3}{4}$ der Masse auf dem Boden der Retorte in Eisstrahlen an, und im zweiten gefror höchstens $\frac{5}{6}$ des Ganzen. Es entstanden in der Flüssigkeit innere Bewegungen, den Meereswellen gleich; kleine Schichten der Flüssigkeit erhoben sich, und fielen wieder, wobei sich zwar von Zeit zu Zeit einige Luftblasen entbanden, die aber nicht die Ursache dieser Bewegung seyn konnten, welche der Graf vielmehr

der Scheidung des Weingeists vom gefrierenden Waſſer zuſchreibt. Als man 10 Theile Waſſer zu 1 Theile Alkohol ſetzte, fror zwar faſt die ganze Maſſe, da die Kälte — 38° war; aber ſelbſt wenn man eine ſtark erhitzte eiſerne Schaufel dem Gewölbe der Retorte näherte, ging kein Dampf in die Vorlage über. Es wäre ſehr zu wünſchen, ſchlieſst der Graf, daſs der Urheber dieſes intereſſanten Verſuchs ſeine Werkzeuge, ſein Verfahren, und beſonders das Verhältniſs von Waſſer und Alkohol dem Gewichte nach genauer beſchriebe, auch den Grad der dazu nöthigen künſtlichen Kälte angäbe. *)

* * *

Die folgenden Verſuche betreffen zwar bloſs das *Gefrieren des Queckſilbers*, ſind aber doch für den Naturforſcher nicht ohne Belehrung. Die erſten ſtellte Zanetti der Aeltere zu Paris an. „Ich begab mich", erzählt er, **) „am 25ſten Nivoſe, (14ten Januar,) zwiſchen 6 und 7 Uhr Morgens an einen dem Nordwinde ausgeſetzten Ort im fünften Stockwerke meines Hauſes, wo

*) von Crells *chemiſche Annalen*, Jahr 1798, St. 1, Seite 1.

**) *Journal de Paris par* Roederer *et* Corancez, 2 Pluvioſe, An VII.

das Thermometer damals 7° unter dem Gefrierpunkte stand, (*de congelation*,) mischte hier 8 Theile salzsaurer Kalkerde, 7 Theile Schnee und 2 Theile salzsauren Ammoniaks, und that dieses theils in ein Glas, theils in ein Porzellängefäss, in welches das Glas, zur Vermehrung der Kälte, gesetzt wurde. Darauf stellte ich in die obere Schale ein weites mit Quecksilber gefülltes Glas, und sah, dass das Metall in wenigen Augenblicken seinen flüssigen Zustand verliess. Nach 16 Minuten war es dehnbar und liess sich hämmern wie Blei. Dieses Metall wurde darauf in 6 Unzen Wasser von 75° Wärme gelegt; nach einigen Minuten würde es darin wieder flüssig, und nun zeigte das Wasser 45° Wärme.

Als ich in eine zweite Mischung nach denselben Verhältnissen ein Glas mit gewöhnlichem *Branntweine* setzte, fror dieser sogleich; rectificirter *Weingeist* wurde erst in einigen Minuten fest. Als ich aber in das Glas ein Stück trockenes Katzenfell legte, fror die Flüssigkeit gar nicht. *Vitriolnaphtha*, stark rectificirt, brachte dieselbe Wirkung hervor, und auch das Fell des Affen hat die Eigenschaft, das Gefrieren der Flüssigkeiten zu verhindern.

Um dieselbe Zeit brachte zu Rotterdam der dasige Lehrer der Chemie H. W. Rouppe

Queckſilber durch künſtliche Kälte, die er nach Lowitz Art durch ſalzſaure Kalkerde und Schnee erregte, zum Frieren, ſowohl den 4ten Januar Abends um 7 Uhr, da das Fahrenheitſche Thermometer auf 19° und das de Lucſche Hygrometer auf 89° ſtand; als auch den 31ſten Januar Morgens um halb neun, da erſteres 15° und letzteres 83° zeigte. Ein Queckſilber-Thermometer, in dieſe Miſchung geſetzt, fror in einigen Minuten, und das gefrorne Queckſilber fiel beide Mahl auf — 100°, (d. i., — 58$\frac{2}{3}$° Reaum.,) indeſs ein mit Aether gefülltes und mit jenem gleich ſtehendes (correſpondirendes?) Thermometer — 49°, (d. i., — 36° Reaum.,) zeigte. Das Queckſilber geht nämlich bei der Temperatur von — 40° nach dem Fahrenheitſchen, (— 32° nach dem Reaum.,) Thermometer in den Zuſtand eines feſten Körpers über, und zieht ſich, indem dieſes geſchieht, gleich geſchmolzenen Metallen beim Geſtehen, ſogleich in einen engern Raum zuſammen, daher man bei — 40° Fahrenh., und tiefer, aus dem Stande des Queckſilber-Thermometers über die verhältniſsmäſsige Gröſse der Kälte nicht weiter urtheilen kann. *) — Dieſes hatte unter andern

*) Aus dem Rotterdamſchen Courant, 1799, Nr. 15, in der Allgem. Zeitung, Nr. 57, ausgezogen.

schon **Blagden** in seiner lehrreichen Geschichte vom Gefrieren des Quecksilbers in den *Philosophical Transactions* vom Jahre 1783 an zahlreichen Beispielen gezeigt. *) Daraus mag man die Nachrichten von dem ausserordentlichen Froste dieses Winters würdigen, der den Zeitungen zufolge in Stockholm — 29°, zu Abo in Finnland — 39° und zu Torneo in Lappland — 42° betragen haben soll; **) Beobachtungen, die,

*) Siehe die in Leipzig erschienenen *Sammlungen zur Physik und Naturgeschichte*, B. 3, S. 347 und 515. Professor **Braun** sah bei seinen Versuchen über das Gefrieren des Quecksilbers dieses bis auf — 556° nach Fahrenheit sinken; **Blagden** schliesst aus den von ihm angeführten Versuchen, *dass das* Quecksilber, wenn es ein fester Körper wird, sich ungefähr um $\frac{1}{23}$stel zusammenzieht, und aus den in von Crells *chemischen Annalen*, Jahr 1787, B. 2, S. 318, mitgetheilten Versuchen des Stabs-Chirurgus **Fries** zu **Ustiugweliki**, scheint zu erhellen, dass das feste Quecksilber sich bei zunehmender Kälte noch in einem weit grössern Verhältnisse, als das flüssige, zusammenzieht. *d. H.*

) Hier in **Halle war, nach den sorgfältigen, täglichen Witterungsbeobachtungen des Herrn Kriegsraths **von Leyser**, der niedrigste Stand, der am Tage, (um 8 Uhr Morgens,) an einem Reaum. Quecksilber-Thermometer, das vor einem Fenster nach Norden hängt, in den drei verschiedenen Frostperioden dieses

die, wofern sie nicht an einem Weingeist-Thermometer gemacht sind, weiter nichts beweisen können, als daſs die natürliche Kälte in diesem Jahre in Finnland und Lappland bis über den Frostpunkt des Quecksilbers hinaus gegangen ist. *)

* * *

dieses Winters bemerkt wurde, — 20°,2 den 25sten December, — 23°,4 den 9ten Februar und — 6°,9 den 1sten April. Nach Versicherung eines andern hiesigen Beobachters war der Thermometerstand auf dem offenen Flure eines Hauses den 9ten Februar Morgens um 4 Uhr unter — 25°. Auf der Wiener Sternwarte sank das Thermometer im December nicht niedriger als bis auf — 18½°. *d. H.*

*) Nur wenig tiefer als — 39° Fahrenh. hört das Quecksilber-Thermometer auf ein brauchbarer Wärmemesser zu seyn, und ein noch so tiefer Stand des Quecksilbers unter seinem Frostpunkte, kann nicht viel mehr als eine Kälte, bei der das Quecksilber friert, beweisen. Blagden hat eine Menge von Beispielen gesammelt, wo die natürliche Kälte in den nördlichen Gegenden Europa's, Asia's und Amerika's diese Gröſse erreichte; dann zerspringen die Balken in den Häusern mit einem lauten Knall, Bäume spalten und erfrieren, die Vögel fallen todt aus der Luft, und der Mensch kann bei aller Umhüllung, die äuſserſten Theile des Körpers nur mit der gröſsten Mühe vor dem Erfrieren sichern. Obgleich Albany-Fort in der Hudsonsbay nur um einen Grad nördlicher als London liegt, so froren doch Hutchins Quecksilber Thermometer dort durch die natürliche Kälte im Winter von 1774 auf

So weit die Versuche dieses Winters. Zugleich glaube ich hier noch die unterrichtenden Ver-

1775 zweimahl und von 1777 auf 1778 dreimahl, wobei das Quecksilber einmahl bis auf — 49°, Fahrenh. sank. Nach einem Weingeist-Thermometer betrug die gröfste natürliche Kälte, die Hutchins dort beobachtete, auf ein Quecksilber-Thermometer reducirt, — 46° Fahrenh., und die gröfste Kälte, die Mac Nab, der seine Beobachtungen fortsetzte, dort fand, den 12ten Januar 1785 — 55½° nach Fahrenh. oder — 39° nach Reaumür. Die gröfste künstliche Kälte, die dieser Letztere dort hervorbringen konnte, (durch verdünnte Schwefelsäure und Schnee,) betrug — 69° nach Fahrenh. oder — 45° nach Reaum. — In Werch Milui Ostrog an der Lena fror 1782 das Quecksilber schon am 18ten November, und blieb zwei Monate lang gefroren. Dessen ungeachtet bleibt es schwer zu glauben, dafs die diesjährige Kälte in Lappland die gröfste Kälte an der Hudsonsbay noch um 3° übertroffen haben sollte.

Der verflossene Winter ist indefs gewifs in mehrerer Rücksicht einer der merkwürdigsten, die wir seit Jahrhunderten gehabt haben. Möchte doch ein zweiter van Swinden die Geschichte desselben übernehmen, und die sonderbaren meteorologischen Erscheinungen, (Frost, Schnee, Gewitter, Orkane und Erdbeben,) an denen er in allen Gegenden so reich war, genau beschreiben! Vielleicht würde uns das manchen neuen Aufschlufs in dem noch so unbekannten Felde der Witterungskunde und der Meteore geben. *d. H.*

ſuche nachtragen zu müſſen, welche Herr Haſſenfratz und einige franzöſiſche Phyſiker vor vier Jahren, (den 18ten Nivoſe im 3ten Jahre der Republik,) in der *Ecole polytechnique* zu Paris angeſtellt haben. *) Salpeterſäure, die das ſpecifiſche Gewicht 1,526 hatte, wurde von ihnen ſo lange mit Schnee verdünnt, bis ſich bei dieſer Miſchung keine Wärme weiter entwickelte; das ſpecifiſche Gewicht der verdünnten Säure war 1,42, und ihre Temperatur + 9°, dieſelbe als die Temperatur der Atmoſphäre. Darauf machten ſie eine zweite Miſchung, aus drei Theilen Schnee und einem Theile Kochſalz, welches noch ſein Kryſtalliſationswaſſer hatte, wodurch eine Temperatur von — 17° entſtand. Dieſe behielt die Miſchung unverändert drei ganze Tage lang, obgleich indeſs die Temperatur der Luft zwiſchen + 5° und — 9° ſchwankte. Nur erſt, als alles Salz geſchmolzen war, nahm ſie die Temperatur der Luft an.

In dieſe zweite Miſchung wurde ein Glas mit Schnee und ein Glas mit der verdünnten Salpeterſäure geſetzt. Letztere erkaltete in einer halben Stunde bis zur Temperatur von — 17°, der Schnee hingegen nicht ganz ſo ſtark. Darauf

*) *Journal polytechnique*, Cah. 1. Paris, An. 3, p. 123.

schüttete man den Schnee, mittelst eines verzinnten Blechlöffels, nach und nach in die Salpetersäure und rührte diese um. Ein Weingeist-Thermometer, das in der Säure hing, fiel während 10 Minuten sehr merklich, bis auf — 31°, und das war die gröſste Kälte, bis zu der man gelangen konnte. Denn wurde alsdann noch mehr Schnee hinzugethan, so schwamm dieser in Gestalt einer kleinen Eiskruste auf der Säure, und die Temperatur erhöhte sich.

Bei dieser äuſsersten Kälte ging das Quecksilber in einer Glasröhre, die gleichfalls in diese Mischung gehalten wurde, in den Zustand der Festigkeit über, wobei der, der sie hielt, einen kleinen Ruck in der Hand zu fühlen glaubte, wahrscheinlich, weil das Quecksilber sich, (gleich dem Phosphor,) beim Festwerden plötzlich in einen kleinern Raum zusammenzog. Ein Theil des Quecksilbers war krystallisirt. — Von dem festen Zustande desselben versicherte man sich durch Hämmern; Ambos und Hammer waren beide in der zweiten Mischung bis auf — 17° erkältet worden. Es lieſs sich dabei stark dehnen. Als man es einige Zeit lang in der Hand hielt, entstand derselbe Schmerz als beim Verbrennen. Die Stelle, die das Quecksilber berührt hatte,

ward weiſs, unterlief nachher roth und ſchmerzte mehrere Tage lang.

Zuletzt wurden noch folgende beide intereſſante Verſuche angeſtellt. 1. Man goſs in einen Schmelztiegel aus Kohlenſtaub, (*Creuſet de charbon,*) 8 Unzen Queckſilber, deſſen Temperatur nach einem ſehr empfindlichen Thermometer, das in das Queckſilber getaucht wurde, + 8° betrug; das Queckſilber im Thermometer wog 66,88 Decigrammen, (126,6 Gran.) Zu dieſer Queckſilbermaſſe, die alſo überhaupt 2512,61 Decigrammen wog, ſchüttete man 515,9 Decigrammen Queckſilber, das im Begriffe zu gefrieren war, indem die Oberfläche, die ſonſt convex ſteht, ſchon concav geworden war. Nach dieſer Vermiſchung ſank das Thermometer auf 9 Grad.

2. Darauf warf man in dieſelbe Queckſilbermaſſe, wie vorhin, deren Temperatur jedoch nur — 3° betrug, eine Kugel aus gefrornem Queckſilber, ebenfalls wieder 515,9 Decigrammen ſchwer. Nachdem dieſe Kugel gänzlich geſchmolzen war, ſtand das Thermometer auf — 20°.

In beiden Verſuchen fiel das Thermometer ſo ſchnell, daſs ſich darüber keine Beobachtung anſtellen lieſs, (*qui n'a pas permis de ſuivre ſa marche;*) darauf blieb es einen Augenblick ſtehen, und

das war der Zeitpunkt, zu welchem die angegebenen Thermometerstände gehören; dann stieg es allmählig wieder. In beiden Fällen läſst sich die Wärme des Kohlentiegels und der Thermometerröhre nicht mit in Rechnung bringen; doch konnte ihr Einfluſs auf das Resultat der Versuche nur sehr geringe seyn, da die Kohle ein schlechter Wärmeleiter ist.

Man setze die Masse des Quecksilbers im Tiegel und in der Thermometerröhre gleich $a = 2512{,}61$ Decigrammen, welche beim ersten Versuche eine Temperatur von $+ 8°$, im zweiten von $- 3°$ hatte, und die Masse des hinzugeschütteten gefrierenden Quecksilbers $b = 515{,}9$ Decigrammen; so wurde dadurch die Temperatur des Gemisches im ersten Falle auf 0, im zweiten auf $- 20°$ gebracht. Gesetzt also, Quecksilber sey in allen Temperaturen, durch eine gleiche Menge von Wärme, die hinzukömmt, immer gleich ausdehnbar, und es friere bei $- n°$: so müſste zufolge des *ersten Versuchs* $8 . a = - n . b$;*)

*) Denn indem das ganze Gemisch die Temperatur von 0° annimmt, und die Masse a vorher $+ 8°$, die Masse b aber $n°$ Wärme hatte; so muſs eine Wärmemenge, die sich durch $8 . a$ ausdrucken läſst, der Wärmemenge, die durch $n . b$ ausgedruckt wird, gerade gleich seyn: und wird durch beide

folglich $n = -\frac{8 \cdot a}{b} = -\frac{20100,88}{515,9} = -39^{\circ}$ seyn. Allein einem der vorigen Versuche zufolge, ist der Gefrierpunkt des Quecksilbers nach einem Weingeist-Thermometer, bei -31°; ein Zeichen, dass das Quecksilber, wenn es zum Gefrieren kömmt, von derselben Wärmemenge nicht so stark ausgedehnt wird, als in höhern Temperaturen. Es stimmt darin mit dem Wasser überein, welches nahe beim Frostpunkte durch Wärme sogar minder ausdehnbar ist, als Glas, und dessen Ausdehnbarkeit bei höherer Temperatur, zumahl nahe beim Siedepunkte, sehr schnell zunimmt. — Hätten Tiegel und Glasröhre keine Wärme hergegeben, so würde die Temperatur der Mischung etwas unter o gewesen, und daher in der Formel $n = \frac{-8 \cdot a}{b}$, statt 8 ein etwas grösserer Coefficient hineingekommen seyn. Schwerlich dürfte dieses aber so viel betragen haben, dass man $n = -39,5^{\circ}$ setzen könnte.

Im *zweiten Versuche*, wo die Temperatur der Masse a, -3°, und die des Gemisches -20° war,

Wärmemengen, der Voraussetzung gemäss, gleich viel Quecksilber in beiden Fällen, um gleich viel ausgedehnt; so muss n so vielmahl grösser als 8 seyn, so vielmahl die Masse a die Masse b in sich enthält. *d. H.*

ſich dieſe Wärme gleich 67°,7. Nun aber weiſs man aus ähnlichen Verſuchen, daſs Eis bei ſeinem Aufthauen, wenn das Waſſer gleichfalls die Temperatur von 0° behält, 60°, (nach Blacks Verſuchen 62°,2,) Wärme verſchluckt. Hierin ſcheint alſo das Queckſilber mit dem Waſſer ſehr nahe, wo nicht genau übereinzuſtimmen.

nach Fahrenheit, 0,8254; und reducirte man den Stand deſſelben auf die Höhe eines Queckſilber Normalthermometers, ſo ergab ſich aus ſeinen Verſuchen der Froſtpunkt des Queckſilbers bei — 40° nach Fahrenheit, oder — 32° nach Reaumür.

d. H.

IX.

Ueber die Zerſetzung des Sauerſtoffgas durch die reinen Erden.

1. *Brief des Herrn von* Humboldt *an den D.* Ingenhouss *über die Eigenſchaft einiger Erden, die atmoſphäriſche Luft zu zerſetzen.* *)

Ich eile, Ihnen das Reſultat meiner Verſuche über die einfachen Erden mitzutheilen, da dieſe Verſuche nicht nur über die Natur dieſer problematiſchen Elemente einiges Licht zu verbreiten, ſondern auch Ihre ſcharfſinnigen Bemerkungen in der Schrift über die Ernährung der Pflanzen **) ſehr zu unterſtützen ſcheinen. Ich hatte, wie Sie, bemerkt, daſs der Humus, oder die vegetabiliſche Erde, die atmoſphäriſche Luft zerſetze, indem er ihr den Antheil Sauerſtoff raubt, und nur Stickgas und einige Hunderttheile kohlenſaures Gas zurückläſst. Ich ſchrieb dies bisher den fäu-

*) *Journal de Phyſique, par Delaméthèrie*, Tom. IV, pag. 323.

**) Ingenhouss *über Ernährung der Pflanzen und Fruchtbarkeit des Bodens.* Ueberſetzt von Ch. Fiſcher, Leipzig 1798. Insbeſondere S. 137. *A.*

rungsfähigen Basen, (dem Kohlen-, Wasser-, Stickstoffe u. s. w.) zu, welche sich immer darin vorfinden, und vermuthete, die Fruchtbarkeit des Bodens hänge eben von jenen Oxyden, (*Oxydes du carbone et d'hydrogène*,) ab, welche sich hier im Boden bilden, und geschickter als Kohlensäure und Wasser sind, von den Vegetabilien zersetzt zu werden. Indem ich hierüber arbeitete, fand ich, dass die graue Thonerde, die Gangart, in welcher das Steinsalz im Oestreichischen und Salzburgischen vorkömmt, (das Lebergestein der deutschen Bergleute,) die Eigenschaft, die atmosphärische Luft zu zersetzen, eben so, wie die vegetabilische Erde hat. Ich brachte angefeuchtete Thonerde von dieser Art unter einer Glocke, bei einer Temperatur von 14 bis 15° Reaumur, mit der Luft in Berührung, und so wurden eben die Gasarten unter derselben gebildet, die sich im Steinsalzbergwerke finden. Von 3000 Theilen atmosphärischer Luft, welche nach einer sehr genauen Analyse, (dem Volumen nach,) zusammengesetzt war

aus 852 Theilen Sauerstoffgas,
2103 Theilen Stickgas und
45 Theilen Kohlensäure,

blieben nach 18 Tagen nur noch 2460 Theile, und von diesen waren

81 Theile Sauerstoffgas,

2207 Theile Stickgas, vermischt mit Wasserstoffgas,

172 Kohlensäure. Zur Bildung der 127, (172 — 45,) Theile kohlensauren Gas werden nach Lavoisiers Bestimmung 35,5 Sauerstoff erfordert. Da also der Rückstand von 2460 Theilen nur 81 Theile Sauerstoff enthielt, so kann man behaupten, dass von 0,28 Theilen Sauerstoff, die in der Luftmasse enthalten waren, 0,24 Theile den gasförmigen Zustand verlassen, und mit der Thonerde sich verbunden haben. Einige Monate nachher fand ich in Vauquelins Laboratorio eine weisse Thonerde, (von Montmartre,) die in gleicher Zeit und Temperatur, (17 bis 20° Reaumur,) mehr Oxygen als der Phosphor verschluckte. Diese Erfahrungen führten mich zu jener Entdeckung, welche ich Ihnen mitzutheilen geeilt habe, *dass die einfachen, reinen, mit destillirtem Wasser angefeuchteten Erden, bei einer niedrigen Temperatur, den Sauerstoff der Atmosphäre absorbiren.* Ich habe in zehn Tagen durch Thonerde reines Stickgas bereitet. Schwererde liess nur einen Rückstand von 0,08 Sauerstoff, nachdem sie 0,19 Theile absorbirt hatte. Kalkerde zersetzt die atmosphärische Luft auch, aber langsamer. Kiesel- und Talkerde scheinen diese Eigen-

ſchaft nicht zu beſitzen. Ein Verſuch, in welchem die Kieſelerde 0,09 Oxygen abſorbirt hatte, ſchien mir doch noch zweifelhaft. Dieſe überraſchenden Erſcheinungen verdienen eine nähere Betrachtung und veränderte Verſuche. Sie beweiſen, daſs die Erden es ſind, welche im Humus oder der Gartenerde das Sauerſtoffgas abſorbiren. Sind es nun dieſe problematiſchen Elemente ſelbſt, die ſich mit dem Sauerſtoffe verbinden? Oder ertheilen ſie durch einen, bis jetzt noch unbekannten Verwandtſchaftseinfluſs dem deſtillirten Waſſer die Eigenſchaft, das Oxygen zu zerlegen? Das ſind Fragen, über welche ich jetzt noch nichts entſcheiden mag, doch glaube ich, daſs ſich dieſe Erſcheinungen ſehr gut mit denen Ideen vereinigen laſſen, die Sie über die Säurung des Bodens geäuſsert haben. Nur durch Vermehrung der Erfahrungen werden wir zur Löſung des groſsen Problems der Vegetation gelangen.

2. *Brief* SAUSSÜRE *des Sohns an* J. C. DELAMÉTHERIE, *in welchem bewiesen wird, dafs die reinen Erden den Sauerstoff nicht absorbiren.* *)

Ich habe meine Behauptung, dafs die grünen Theile der Pflanzen, wie die Thiere, sowohl im Sonnenlichte als im Schatten, die atmosphärische Luft verderben, sobald diese Luft mit einer Substanz, welche das kohlensaure Gas absorbirt, in Berührung steht, durch mannigfaltige, sorgfältige Versuche bestätigt. Meine ersten Erfahrungen bestanden darin, dafs ich abwechselnd die Pflanzen dem Einflusse des Sonnenlichts und der Finsternifs aussetzte; aber man könnte daraus immer noch schliefsen, dafs sie die Luft nur im Finstern verderben, weil das kohlensaure Gas, welches sie nach Ingenhoufs's Behauptung nur während der Nacht bilden, und das durch die im Recipienten liegende Kalkerde zurückgehalten würde, von dem Lichte nicht wieder zersetzt werden kann. Aber als ich nachher die Pflanzen blofs beim Sonnenlichte mit kaustischem Alkali oder gebranntem Kalke unter einen Recipienten setzte, und gegen Abend herausnahm, so erhielt ich stets dasselbe

*) *Journal de Physique par Delamétherie*, Tom. IV, An. 6, pag. 470.

Resultat, nämlich Verminderung des Sauerstoffgas und Verminderung des ganzen gesperrten Luftraums; da hingegen die Pflanzen, welche in eine gleiche Lage, aber ohne Alkali oder ohne Kalk gesetzt wurden, ihren Luftraum verbesserten, oder wenigstens nicht verschlimmerten. Ausserdem bewies ich, daſs das kohlensaure Gas, das in geringer Menge mit der atmosphärischen Luft vermischt, die Vegetation der entwickelten Pflanzen befördert, sowohl im Sonnenscheine als im Schatten das Keimen des Saamens verzögert *) und in allen Verhältnissen den jungen Pflanzen schadet.

Ich kann hier die neuesten Erfahrungen Humboldt's nicht übergehen, deren Genauigkeit ich indessen in Zweifel ziehen muſs. Daſs der Humus, welcher ein Produkt der Vermischung

*) Die Nothwendigkeit des Sauerstoffs zum Keimen des Saamens ist jetzt hinlänglich bekannt. Wie stark aber die Anziehung des kohlensauren Gas zum Sauerstoffgas, und eben deswegen auch das Hinderniſs des Keimens in einer mit kohlensaurem Gas sehr reichlich versehenen Luft ist, beweiset ein Versuch Humboldt's, nach welchem in einer Luft, die 0,25 kohlensaures Gas und 0,75 Sauerstoffgas enthielt, noch kein Licht brennen wollte. A.

schung zersetzter Vegetabilien mit noch unzersetzten ist, das Sauerstoffgas absorbire; ist freilich nicht neu, da es bekannt genug ist, dass die vegetabilischen Substanzen, die sich freiwillig an der Luft zersetzen, in einen Zustand der Gährung kommen, bei welchem sie Sauerstoff verschlucken. Ausserdem ist dieser Einfluss des Humus auf die atmosphärische Luft schon im Jahre 1788 von Ingenhouss bekannt gemacht worden. Aber eine sehr wichtige Entdeckung wäre es immer, diese Absorbtion des Sauerstoffs durch die reinen angefeuchteten Erden darzuthun. Ich kann indessen versichern, dass dieses bei Erden, die von aller vegetabilischen Substanz befreiet sind, nicht der Fall ist, sobald man nur kein kochendes Wasser zu ihrer Befeuchtung anwendet, weil dieses das Sauerstoffgas in grösserer Menge als das Stickgas absorbirt.

Schon seit vier Monaten habe ich vier Unzen Thonerde, (aus dem Alaun durch Ammoniak präcipitirt, wiederholt gewaschen, an der Sonne getrocknet und darauf mit einer hinlänglichen Menge von Wasser angefeuchtet, um sie weich (*ductile*,) zu machen,) mit 50 Kubikzoll atmosphärischer Luft in Berührung gesetzt, und die Thonerde hat noch nichts von dieser Luft absorbirt. — Dieselbe Erfahrung habe ich mit kohlensaurer Kalkerde

und ätzender Kalkerde gemacht; der Erfolg war derselbe. Eben das beobachtete ich auch bei der Kieselerde.

Humboldt's eudiometrische Untersuchungen sind scharfsinnig; aber die Grenzen des Irrthums, welche er für das *Phosphor-Eudiometer* ansetzt, sind nicht genau, und sind nicht so arg, dass man dieses Instrument verwerfen müsste. Es ist wahr, es zeigt nur $\frac{21}{100}$ oder $\frac{22}{100}$ Sauerstoffgas in der Atmosphäre an; aber diese zeigt es beständig, wie auch die Gestalt des Gefässes zur Untersuchung und die Schnelligkeit der Verbrennung seyn mag. Wenn man eine bekannte Menge von Stickgas oder Sauerstoffgas der atmosphärischen Luft hinzufügt, so wird das Eudiometer diese Menge mit aller Genauigkeit anzeigen. Für einen Ungeübten hat unläugbar das Phosphor-Eudiometer vor dem Salpetergas-Eudiometer, wegen der Leichtigkeit, mit diesem zu irren, wesentliche Vorzüge. Dies ist mein Urtheil, nach dreijährigem täglichen Gebrauche beider Instrumente.

Was die Hinzufügung des schwefelsauren Eisens bei dem Gebrauche des Salpetergas-Eudiometers betrifft, so hat mich die Erfahrung von dem Nachtheile dieses Verfahrens überzeugt; denn diese Substanz absorbirt nur schwer und niemals

ganz das Salpetergas, wenn es mit Stickgas vermischt ist. Es verbessert ausserdem nicht die Ursache von Fehlern, wegen welcher man mit Recht Fontana's Eudiometer anklagt, und besonders die nicht, welche durch die schnellere oder langsamere Absorbtion des Sauerstoffgas durch das Salpetergas entstehen. Ich glaube daher, sowohl in chemischer Rücksicht, als auch wegen der dabei nöthigen complicirten Handgriffe, diese Aenderung verwerfen zu müssen.

A.

3. A. F. von Humboldt's *Antwort an* Delamétherie *über die Zersetzung des Sauerstoffgas durch die einfachen Erden.* *)

Diese Antwort Humboldt's will ich im Auszuge vorlegen, da die Versicherung und Behauptung Saussüre's, jene Entdeckung gänzlich widerlegt zu haben, zu unvorsichtig ist, um nicht eine Menge von Blössen zu geben. Zuerst erinnert Humboldt, ob man wohl erwarten könne, in Vauquelin's Laboratorio Erden zu finden, die mit vegetabilischen Substanzen verunreinigt sind; er erinnert ferner, ob wohl je-

*) *Journal de Physique par* Delamétherie, T. V, An 7, pag. 132.

mals ein Chemist, auch selbst mit kochendem Wasser, atmosphärische Luft in Stickgas verwandelt habe; und ob wohl einige entgegenstehende Versuche Saussüre's eine ganze Reihe, mit gutem Erfolge unter Kenneraugen angestellte Versuche widerlegen können? Er weiss nicht, was er zu dem Vorwurfe Saussüre's sagen soll, als wenn er das Salpetergas und schwefelsaures Eisen zugleich im Eudiometer brauche, und glaubt, dass man bei einer Vergleichung seines Memoire über das Salpetergas mit Vauquelin's Auffatze über das schwefelsaure Eisen, die Unbilligkeit des Vorwurfs einsehen werde. Er braucht es nur, um die Güte des Salpetergas zu bestimmen, indem er sieht, wie viel Sauerstoffgas erfordert wird, ein Hunderttheil damit zu sättigen. Ausserdem beweisen die genauesten zahlreichen Erfahrungen, dass das schwefelsaure Eisen bei einer Temperatur von 30 bis 40° auch das geringste Ueberbleibsel an Salpetergas hinwegnimmt. In Rücksicht des Nachtheiligen des Phosphor Eudiometers beruft er sich auf seine Erfahrungen; eben so führt er über die Absorbtion des Sauerstoffgas durch die Erden noch einige Versuche an, die hier anzuführen nicht der Ort ist, eine so gänzliche Niederlage sie auch seinem Gegner bereiten mögen. Was den Haupt-

punkt des Streits, nämlich die Verschluckung des Sauerstoffgas durch einfache Erden, betrifft; so liesse sich vielleicht für beide Physiker, ohne ihre Genauigkeit oder ihre Geübtheit in Versuchen in ein nachtheiliges Licht zu stellen, eine friedliche Vereinigung finden. Angenommen, dass die Erden den Sauerstoff absorbiren; wäre es dann nicht möglich, dass Humboldt mit noch ungesättigter, Saussüre mit gesättigter Erde experimentirt hätte? *A.*

4. F. A. von Humboldt *über die Zersetzung des Sauerstoffgas durch die einfachen Erden, und über den Einfluss derselben auf die Kultur des Bodens.* *)

Aus dieser interessanten Abhandlung können wir unsern Lesern nur einen Auszug liefern, um uns nicht dem Vorwurfe auszusetzen, Freibeuterei in das Gebiet der chemischen Journale zu treiben.

Also hier noch zuerst eine Reihe von Versuchen mit dem *Thone* aus den Steinsalzgebirgen.

*) *Annales de Chimie*, An 7, Pluviose, Nro. 86, p. 125.

Volumen atmosphärischer Luft, zu 0,27 Sauerstoffgas, welche damit in Berührung gebracht wurde.	Rückstand nach 15 bis 23 Tagen.	Der Rückstand enthielt:	
		Sauerstoffgas.	Kohlensaures Gas.
250	212	0,10	0,04
460	418	0,18	0,02
300	260	0,07	0,08
520	492	0,20	0,04
500	446	0,11	0,07

Versuche mit dem *Humus*, an verschiedenen Orten eingesammelt.

Tage der Berührung.	Rückstand von den anfangs vorhandenen 0,27 Theilen Sauerstoffgas in fünf Glocken.				
	1ste,	2te,	3te,	4te,	5te.
2	0,20	0.24	0,19	0,20	0,26
3	0,16	0,20	0,15	0,20	0,20
4	0,16	0,15	0,14	0,15	0,17
5		0,12	0,11	0,15	0,16
8	0,10	0,10	0,11	0,11	0,12
11	0,08	0,10	0,11	0 08	0,09
14	0,05	0,06	0,04	0,08	0,09

Versuche mit *einfachen Erden.*

	Rückstand von den anfänglichen 0,27 Theilen Sauerstoff.	Zeit.
Thonerde,	0,00	17 Fructid. bis 4 Vendem.
Thonerde,	0,00	5 Vendem. bis 14 Vendem.
Schwererde,	0 08	17 Fructid. bis 4 Vendem.
Thonerde,	0,12	6 Fructid. bis 14 Vendem.
Thonerde,	0,08	6 Fructid. bis 14 Vendem.
Kalkerde,	0,20	6 Fructid. bis 14 Vendem.
Schwererde,	0,11	6 Fructid. bis 14 Vendem.

Humboldt zeigt hierauf die mannigfaltige Anwendung dieser Erfahrung zur Erklärung der Fruchtbarkeit des Thonbodens, des Humus über-

haupt, des Nutzens der Brache, des Umwendens an die Luft durch den Pflug. Er bemerkt, daſs es ſich jetzt leicht erklären laſſe, warum die Luft im Humus ſo ſehr azotiſch, aber deſſen ungeachtet den darin wohnenden Geſchöpfen allein zuträglich ſey. Auch den ſchädlichen, von dem Gärtner längſt wahrgenommenen Einfluſs der unbedeckt aus dem Boden hervorragenden Wurzeln glaubt er leicht aus der Ungewohnheit einer ſtark mit Sauerſtoff angefüllten Luft, in welche ſie jetzt verſetzt ſind, erklären zu können.

Nach einigen Bemerkungen über die Chemie der Vegetabilien, nach einem Rückblicke auf die bekannten Pfeifenſtiel-Verſuche und deren wahrſcheinliche Erklärung aus der Abſorbtion des Sauerſtoffgas durch die Thonerde, geht er zur Erklärung der Bildung des *Salpeters* über. Die Gegenden, welche reich an Thonerde, wie Thibet, Ungarn und ein Theil von Deutſchland ſind, ſind auch die reichſten im Salpeterertrage. Hier ſenkt ſich der Sauerſtoff zur Erde; hier iſt das Verhältniſs gegen das Stickgas abgeändert; es bildet ſich unter Umſtänden, welche beſonders durch die bei Ungewittern häufig in die negative übergehende Electricität herbeigeführt ſcheinen, Salpeterſäure. Vielleicht, fährt Humboldt fort, daſs auch das Gewächs-Alkali, von dem man

nicht den achten Theil vorher im Humus findet, durch eine Zersetzung des Wassers, bei welchem der Wasserstoff mit dem atmosphärischen Stickstoffe sich verbindet, hervorgebracht wird. — Doch will er sich hier in kein Reich wagen, wo jetzt noch blosse Vermuthungen die Stelle der Thatsachen vertreten müssen.

Eine Behauptung, die Humboldt hier aufstellt: dass Körper, die gleiche Bestandtheile bei der Analyse geben, doch sehr verschiedene Erscheinungen darbieten können; wird dem Leser beim ersten Anblicke auffallen und durch die von ihm gegebene Erklärung, dass der Unterschied nur daher entsteht, wie die Stoffe verschieden an einander gebunden sind, (z. B. in der einen Verbindung von Sauerstoff, (1,) Stickstoff, (2,) Kohlenstoff, (3.) und Wasserstoff, (4,) 2 und 4 oder 3 und 4 sich verbunden haben,) weder erklärt noch bewiesen finden. Aber diese Behauptung kann doch zuweilen wahr seyn, wenn entweder einige dieser Stoffe nicht chemisch verbunden, sondern nur eingemengt sind, oder wenn unsre Analyse so unvollkommen ist, dass sie die Verschiedenheit nicht wahrnehmen kann.

A.

X.
BEMERKUNG
gegen Hassenfratz's *Behauptung von dem Einflusse der Adhärenz auf die Bestimmung des specifischen Gewichts;* Hassenfratz's *Antwort; Bemerkungen über beide.*

In Delamétherie's Journale der Physik *) wurde gegen H. Hassenfratz's Behauptung von dem schädlichen Einflusse der Adhärenz auf die gewöhnliche Bestimmung des specifischen Gewichtes der Körper der Zweifel erhoben, dass, da die Wasserschicht, welche der Aussenfläche des Körpers adhärirt, im Gleichgewichte mit den umgebenden Wassersäulen ist, diese Adhäsion auf das specifische Gewicht nicht anders Einfluss haben könne, als wenn dadurch das Wasser in seiner Dichtigkeit verändert würde, welches aber schwerlich anzunehmen sey.

H. Hassenfratz antwortete **) darauf, diese Erinnerung treffe ihn nur dann, wenn die abgewogenen Körper schwer genug wären, um die Affinität der Moleküles der Flüssigkeit zu überwinden; ***) wären sie dieses aber nicht, so müsste der Körper allerdings in der Flüssigkeit schwebend erhalten werden, und sein Ge-

*) *Journal de Physique, par* Delamétherie, Tom. IV, An 6, pag. 63.

**) *Journal de Physique*, T. IV, An 6, p. 274 — 278.

***) Er überfirnisste ein Stück Pappelholz, 1 Decimeter im Quadrate und 1 Centimeter dick, so dass es in jeder Lage unter destillirtem Wasser blieb, legte eine Bleikugel darauf, deren specifisches Gewicht er vorher und in dieser Lage, bis auf eine Kleinigkeit gleich fand, und glaubt dieses dadurch direct bewiesen zu haben.

wicht gehe dann für jedes andere Areometer, als für das Hombergsche, völlig verloren. Er schreibe dieses 1. der Affinität zwischen der Flüssigkeit und dem Körper, welcher gewogen wird, und der gegenseitigen Affinität der Molekülen der Flüssigkeit zu; derselben, welche Wasser in Luft, gepulverten Schiefer in Wasser u. s. w., (abgesehen von der daran hängenden Luft,) schwebend erhalte, diese Ursache sey welche sie wolle; und 2. dem Unterschiede dieser beiden Affinitäten der Wassertheilchen unter sich und mit dem Körper, besonders auch der Compressibilität des Wärmestoffs, die er indess erst in dieser Vertheidigung zu Hülfe ruft. Zugleich bewährt er seine Beobachtung durch mehrere neue Versuche mit zerstücktem Staniol.

Diese Erklärungen möchten sich indess wohl nicht ganz von einer *petitio principii* frei sprechen lassen; denn statt zu zeigen, wie kann hier Adhärenz Einfluss haben, zeigen sie nur, dass Hassenfratz jenen Einfluss der Adhärenz zuschreibe. Wie diese hier wirksam sey, das möchte freilich wohl bei der in Frankreich eingeführten Erklärung durch Molekülen, wo der Stoss die Stelle der Anziehung vertreten muss, nicht leicht zu zeigen seyn. Für die, welche eine anziehende Kraft annehmen, fällt aber diese Schwierigkeit weg; denn dass eine anziehende Kraft, wenn sie einer andern Anziehung, wie z. B. der Schwere, entgegen wirkt, die Wirkung dieser dadurch vermindert, hat nicht das mindeste Schwierige. Das ist aber hier der Fall. Das Wasser, in welchem der Körper, dessen specifisches Gewicht man sucht, gewogen wird, hat eine stärkere Anziehung zu dem Körper, als die Luft, in welcher man ihn zuerst abwiegt. Folglich muss die Schwere eines Körpers nicht bloss durch den Gegendruck der Flüssigkeit, in die er getaucht wird, (der so viel als das Gewicht eines gleichen Volumens der Flüssigkeit beträgt,) vermin-

dert werden; sondern auch seine gröſsere oder geringere Anziehung zu dem Medio hat Einfluſs auf sein relatives Gewicht, mithin auch auf die gewöhnliche Art sein specifisches Gewicht zu bestimmen, und in so fern hat Hrn. Hassenfratz's Erklärung nichts Widersprechendes. *)

*) Ich muſs gestehen, daſs es mir einige Schwierigkeit zu haben scheint, diese Erklärung bei einer Flüssigkeit zuzulassen, die den Körper rings umgiebt, ihn durch ihre Adhärenz nach allen Seiten zu gleich stark zieht, und die durch ihr Adhäriren an dem Körper das relative Gewicht desselben in der Flüssigkeit weder vermehren noch vermindern kann. Vielleicht möchte hierbei eher die Cohärenz der Wassertheilchen unter sich in Anschlag kommen, wodurch der Druck des Körpers im Wasser etwas, und zwar um so mehr vermindert werden könnte, je gröſser die Oberfläche des Körpers ist. Damit würde die Verschiebbarkeit der Wassertheilchen unter sich durch die kleinste Kraft recht wohl bestehen können, lieſse sich gleich ein fremdartiges Partikelchen dann nicht mit der kleinsten Kraft im Wasser hin und her bewegen, weil es nämlich gegen die Cohäsion der Wassertheilchen unter sich zu wirken hätte. — Indeſs möchten sich wohl hieraus auf keinen Fall die auſserordentlichen Ungleichheiten im specifischen Gewichte des ganzen und zerstückten Staniols erklären lassen, die Hassenfratz in seinen neuen Versuchen fand, welche folgende Tafel darstellt:

Spec. Gewicht,	Versuch 1, mit 120 Bl. Staniol nach dem Aus	Versuch 2, mit 67 Blättern Staniol, vor pumpen	nach der Luft	Versuch 3, mit 60 Bl. Staniol nach unter der Luftp.
als die Blätter zwischen den Walzen eines Streckwerks zusammengepreſst waren —	5,744	5,975	7,16	6,575
im Homb. Areom.	—	7,3	7,296	7,315
als die Blätter unter d. Wasser getrennt worden waren	3,714	3,344	3,675	—
im Homb. Areom.	—	3,535	4,162	5,113
als d. Bl. unter dem Wass. wied. mit d. Hand zusammengedrückt wurden	3,984	—	—	—
im Homb. Areom.	—	—	—	7,305



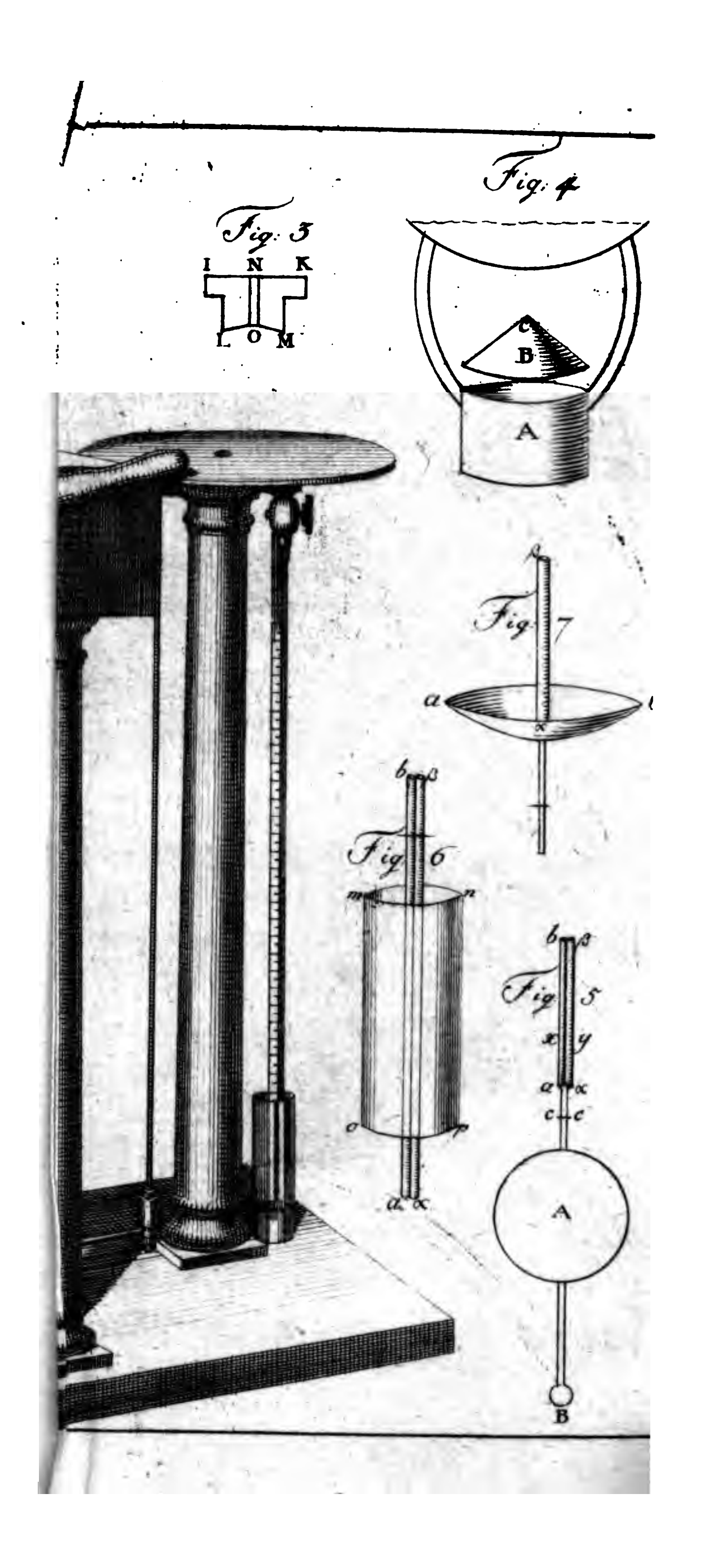


Fig. 4
Fig. 3
I N K
L O M
C
B
A
Fig. 7
a
α
b β
Fig. 6
m n
o p
a α
b β
Fig. 5
x y
a α
c c
A
B



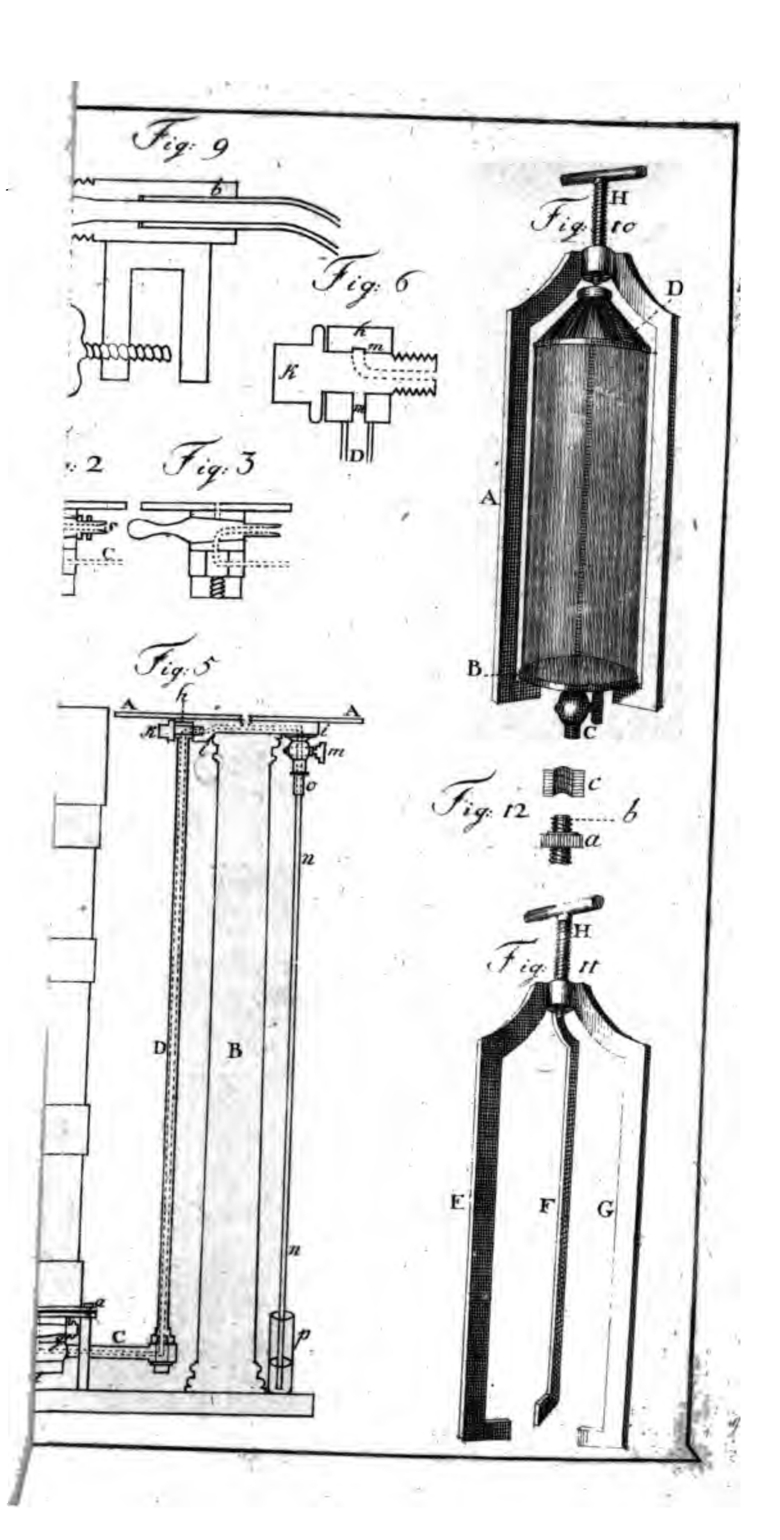
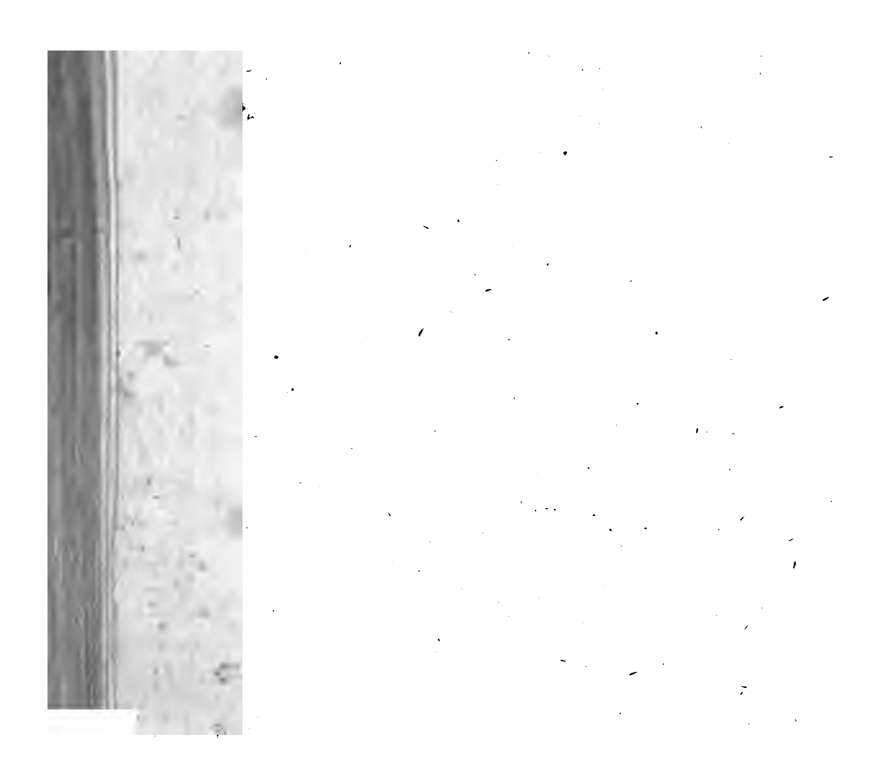
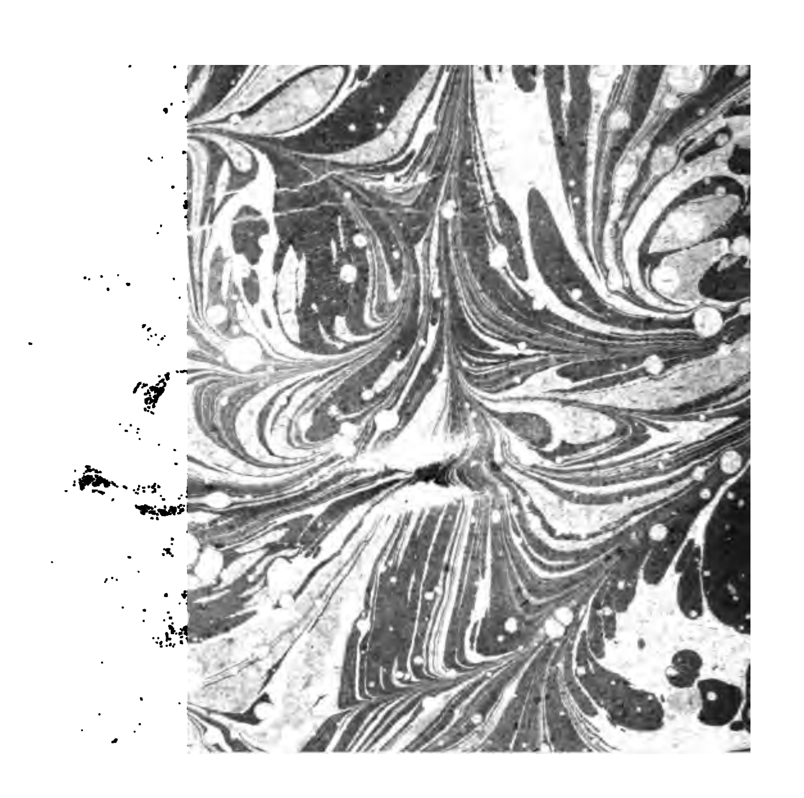
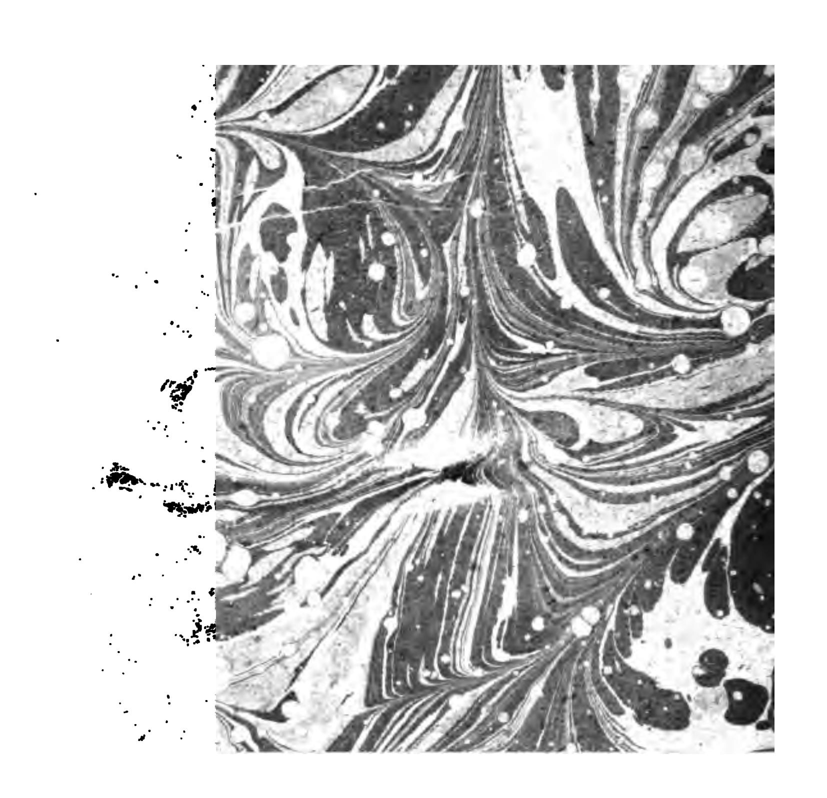


Fig: 9
b
Fig: 6
h
m
K
m
D
Fig: 10
H
D
A
B
C
: 2
Fig: 3
c
C
Fig: 5
A
h
A
K
l
i
m
o
n
D
B
n
a
C
p
Fig: 12
c
b
a
Fig: 11
H
E
F
G






PHYSICS
MEZZANINE




PHYSICS
MEZZANINE

